

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Marcello Mendes Medeiros

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE
INVESTIMENTOS EM CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM
EMPRESAS DE MÁRMORES E GRANITOS**

Dissertação de Mestrado

**FLORIANÓPOLIS
2002**

Marcello Mendes Medeiros

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS EM
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM EMPRESAS
DE MÁRMORES E GRANITOS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Emílio Araújo Menezes, Dr.

**Florianópolis, SC
2002**

Marcello Mendes Medeiros

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS EM
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM EMPRESAS DE MÁRMORES E GRANITOS**

**Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.**

Florianópolis, 25 de Julho de 2002.

Banca Examinadora:

Prof. Emílio Araújo Menezes, Dr.
Orientador

Prof. Newton Carneiro Affonso da Costa Júnior, Dr.

Prof. Valter Saurin, Dr.

Prof. Francisco Baima, MSc.

Ao meu irmão, Bruno, minha noiva,
Andréa e ao amigo, Dirceu, que sempre
me incentivaram nos momentos mais
difíceis e principalmente aos meus pais,
Wanda e Aloisio, que me semearam os
princípios da ética, do trabalho e da humildade,
os quais carrego por toda vida.

Agradecimentos

Ao Professor Emílio Araújo Menezes, Dr. pelo privilégio de realizar este trabalho sob sua orientação, indicando-me os caminhos a serem percorridos,

Ao Professor Francisco Baima, Msc. pela dedicação durante a orientação deste estudo, sempre auxiliando a atingir os objetivos propostos,

Ao Professor Antônio Diomário de Queiroz, Dr. pela brilhante coordenação de um curso de elevada qualidade à distância, sem o qual eu jamais poderia participar,

A todas as empresas que participaram como estudo de caso, pois sem estas eu jamais conseguiria desenvolver o estudo,

A todos os que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste estudo.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	p.
Lista de Tabelas.....	p.
Resumo.....	p.
Abstract.....	p.
 1 Considerações Iniciais.....	 p.17
1.1 Contextualização.....	p.17
1.2 Cronologia.....	p.19
1.3 Justificativa.....	p.20
1.4 Formulação do Problema.....	p.22
1.5 Objetivos Gerais e Específicos.....	p.24
1.6 Metodologia.....	p.25
1.7 Estrutura do Trabalho.....	p.26
1.8 Limitações.....	p.26
 2 Fundamentação Teórica.....	 p.27
2.1 Estratégia Competitiva.....	p.27
2.2 Estratégia Competitiva para ind. de Mármore e granito: lid. no Custo.....	p.32
2.3 Fatores Críticos de Sucesso.....	p.36
2.4 Orçamento de Capital.....	p.37
2.4.1 Etapas do processo de Orçamento de Capital e Fluxo de Caixa.....	p.39
2.4.2 Técnicas de Orçamento de Capital.....	p.42
2.5 Sistema de Produção.	p.46
2.5.1 Classificação dos Sistema de Produção.....	p.50
2.5.1.1 Sistema de Produção Intermitente por encomenda.....	p.51
2.6 Gestão Energética.....	p.54
2.6.1 Auditoria Energética.....	p.55
2.6.1.1 1ª Fase: A preparação da Auditoria.....	p.56
2.6.1.2 2ª Fase: A Intervenção no local da instalação a auditar.....	p.56
2.6.1.3 3ª Fase: Tratamento das Informações.....	p.57
2.6.1.4 4ª Fase: Relatório de Auditoria Energética.....	p.58
2.6.2 A Metodologia da Gestão Energética.....	p.58
 3 Procedimentos adotados para seleção e classificação das empresas da amostra.....	 p.69
3.1 Características do setor e universo amostral pesquisado.....	p.69
3.2 Matriz de utilização de energia elétrica.....	p.72
3.3 Análise das faturas de energia elétrica.....	p.74
3.3.1 Opções contratuais de energia elétrica.....	p.75
3.3.1.1 Opção tarifária.....	p.77
3.3.1.2 Análise de demanda.....	p.79
3.3.1.3 Análise do consumo de energia elétrica.....	p.85
3.3.1.4 Análise do fator de potência.....	p.87
 4 Análise de Viabilidade Econômica.....	 p.90
4.1 Opção tarifária.....	p.90

4.2 Análise da demanda.....	p.96
4.2.1 Controle da demanda.....	p.96
4.3 Análise do Fator de potência.....	p.97
4.4 Uso eficiente de energia elétrica.....	p.101
4.4.1 Transformadores.....	p.101
4.4.1.1 Análise técnica dos problemas.....	p.102
4.4.2 Circuito de distribuição de energia elétrica.....	p.105
4.4.3 Quadros de distribuição dos circuitos.....	p.109
4.4.4 Motores elétricos.....	p.115
4.4.4.1 Principais motores e problemas verificados.....	p.116
4.4.4.2 Análise técnica dos problemas encontrados.....	p.121
4.4.4.3 Motores de alto rendimento.....	p.125
4.4.4.4 Utilização de chaves eletrônicas de partida (Soft starter).....	p.127
4.4.4.5 Utilização de inversores de frequência.....	p.130
4.4.5 Sistema de iluminação.....	p.141
4.4.5.1 Iluminação do setor administrativo.....	p.142
4.4.5.2 Iluminação do setor de produção (Galpões).....	p.146
4.4.5.3 Dicas para economizar energia com o sistema de Iluminação.....	p.151
4.4.6 Sistema de ar condicionado.....	p.151
4.4.7 Sistema de bombeamento de água.....	p.156
4.4.8 Sistema de ar comprimido.....	p.158
 5 Conclusão e Recomendações.....	 p.165
 Referências.....	 p.169

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de produção	p.50
Figura 2: Níveis de atuação do processo de gestão energética	p.59
Figura 3: Matriz de utilização de empresas de extração.....	p.72
Figura 4: Matriz de utilização de empresas de serrarias.....	p.73
Figura 5: Matriz de utilização de empresas de marmorarias.....	p.73
Figura 6: Matriz de utilização de empresas de moageiras.....	p.74
Figura 7: Estrutura de tarifas horosazonal.....	p.77
Figura 8: Distribuição da conta de energia de empresas de extração.....	p.82
Figura 9: Distribuição da conta de energia de serrarias.....	p.83
Figura 10: Distribuição da conta de energia de marmoraria.....	p.83
Figura 11: Distribuição da conta de energia de moageiras.....	p.84
Figura 12: Demanda contratada x Demanda registrada.....	p.97
Figura 13: Carga ativa e reativa ao longo do dia.....	p.98
Figura 14: Fator de potência ao longo do dia.....	p.99
Figura 15: Estado precário da subestação abrigada.....	p.103
Figura 16: Quadro aberto.....	p.114
Figura 17: Quadro com componentes fixados em base de madeira.....	p.115
Figura 18: Barramento em estado precário.....	p.114
Figura 19: Carregamento do motor principal do tear.....	p.122
Figura 20: Carregamento do motor do compressor.....	p.123
Figura 21: Conexões em estado precário.....	p.124
Figura 22: Comparação motor standard x motor de alto rendimento.....	p.126
Figura 23: Sistema de iluminação do escritório.....	p.143
Figura 24: Comparação entre lâmpada incandescente e fluorescente compacta.....	p.145
Figura 25: Vista frontal do galpão de produção.....	p.148
Figura 26: Vista superior do galpão de produção.....	p.148
Figura 27: Filtro sujo do evaporador do ar condicionado.....	p.153
Figura 28: Aparelho de ar condicionado ligado no interruptor.....	p.154
Figura 29: Filtro do compressor muito sujo, necessita de limpeza.....	p.160
Figura 30: Redução drástica da bitola da tubulação de ar comprimido.....	p.162
Figura 31: Martetele com vazamento de ar comprimido.....	p.163

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição das empresas e empregos, por região, do ES.....	p.21
Tabela 2: Início das atividades das empresas cadastradas.....	p.21
Tabela 3: Matriz de Porter Estratégia Genérica x Mercado Visado.....	p.30
Tabela 4: Estratégia genérica.....	p.35
Tabela 5: Evolução do Payback, TIR, VPL, TIR ou VPL.....	p.45
Tabela 6: Características das quatro dimensões de operações.....	p.52
Tabela 7: Consumo específico de energia elétrica.....	p.60
Tabela 8: Histórico para empresas na tarifa convencional.....	p.61
Tabela 9: Histórico para empresas na tarifa azul.....	p.62
Tabela 10: Histórico para empresas na tarifa verde.....	p.63
Tabela 11: Listagem de cargas.....	p.67
Tabela 12: Potencial de economia de energia elétrica por segmento.....	p.71
Tabela 13: Controle das principais cargas por horário.....	p.81
Tabela 14: Consumo específico de energia elétrica por produção.....	p.86
Tabela 15: Potencial de economia de energia elétrica por segmento.....	p.86
Tabela 16: Preço médio de energia elétrica por segmento.....	p.87
Tabela 17: Descrição dos importes de energia elétrica - segmento Extração.....	p.91
Tabela 18: Comparação da tarifa convencional com a tarifa horo-sazonal Verde, em serrarias.....	p.92
Tabela 19: Comparação da tarifa convencional com a tarifa horo-sazonal Verde, no segmento de extração.....	p.93
Tabela 20: Situação de consumo de energia elétrica - segmento marmoraria.....	p.94
Tabela 21: Comparação tarifa convencional Grupo A com Grupo B.....	p.94
Tabela 22: Tarifa recomendada por faixa de consumo de energia elétrica..	p.95
Tabela 23: Comparação entre as opções de investimentos.....	p.101
Tabela 24: Viabilidade econômica de investimentos em transformadores...	p.104
Tabela 25: Viabilidade econômica de investimentos em circuitos de distribuição de energia.....	p.109
Tabela 26: Problemas comuns nos quadros do segmento de extração.....	p.110
Tabela 27: Problemas comuns nos quadros do segmento de serraria.....	p.111
Tabela 28: Problemas comuns nos quadros do segmento de marmoraria...	p.112
Tabela 29: Problemas comuns nos quadros do segmento de moagem.....	p.112
Tabela 30: Viabilidade econômica de investimentos em circuitos de distribuição de energia.....	p.113
Tabela 31: Principais motores - segmento extração.....	p.117
Tabela 32: Problemas nos motores - segmento extração.....	p.117
Tabela 33: Principais motores - segmento serraria.....	p.117
Tabela 34: Problemas nos motores - segmento serraria.....	p.118
Tabela 35: Principais motores - segmento marmoraria.....	p.119
Tabela 36: Problemas nos motores - segmento marmoraria.....	p.119
Tabela 37: Principais motores - segmento moagem.....	p.120
Tabela 38: Problemas nos motores - segmento moagem.....	p.120

Tabela 39: Viabilidade econômica de investimentos no motor do Compressor - segmento extração.....	p.131
Tabela 40: Viabilidade econômica de investimentos no motor principal - segmento serraria.....	p.132
Tabela 41: Viabilidade econômica de investimentos no motor da bomba - segmento serraria.....	p.133
Tabela 42: Viabilidade econômica de investimentos no motor das politrizes - segmento marmoraria.....	p.135
Tabela 43: Viabilidade econômica de investimentos no motor das Cortadeiras - segmento marmoraria.....	p.136
Tabela 44: Viabilidade econômica de investimentos no motor do acionamento dos moinhos - segmento moagem.....	p.137
Tabela 45: Viabilidade econômica de investimentos no motor do exaustor dos moinhos - segmento moagem.....	p.138
Tabela 46: Viabilidade econômica de investimentos no motor do britador e rebritador - segmento moagem.....	p.140
Tabela 47: Características das lâmpadas.....	p.142
Tabela 48: Características de lâmpadas incandescente 60 W e fluorescente compacta de 15 W.....	p.145
Tabela 49: Comparação entre a lâmpada mista e vapor de sódio.....	p.146
Tabela 50: Comparação entre a lâmpada mista e vapor de mercúrio.....	p.147
Tabela 51: Sistema de iluminação recomendado para o galpão de produção da serraria.....	p.148
Tabela 52: Viabilidade econômica de investimentos em sistemas de iluminação.....	p.150
Tabela 53: Potencial de economia, sistema de ar condicionado.....	p.155
Tabela 54: Viabilidade econômica de investimentos em sistemas de ar condicionados.....	p.155
Tabela 55: Desperdício de água em função da abertura em tubulação.....	p.157
Tabela 56: Viabilidade econômica de investimentos no sistema de ar comprimido.....	p.163
Tabela 57: Principais tópicos e segmentos com viabilidade econômica de investimentos em Conservação de Energia.....	p.166
Tabela 58: Potencial de economia total de energia elétrica por segmento, em 15/02/02.....	p.167

MEDEIROS, Marcello Mendes. **Análise de viabilidade econômica de investimentos em conservação de energia em empresas de mármore e granitos**. Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

RESUMO

O presente trabalho aborda análises de viabilidade econômica de investimentos em conservação de energia em empresas de mármore e granitos, utilizando como universo amostral 16 empresas do setor nos quatro segmentos existentes: extração, beneficiamento, marmoraria e moageira. Usando como inspiração as análises financeiras e de equipamentos utilizados tipicamente nas empresas, sem perder o foco no lado empresarial de implementação das medidas, o estudo recaiu em duas questões básicas: 1) Quais medidas são efetivamente viáveis economicamente ?; 2) Quanto as empresas podem obter de economia ao se implantar as recomendações deste estudo ? Os resultados mostram que não são todos os investimentos em redução de consumo de energia elétrica que são viáveis economicamente, sendo necessário realizar uma seleção de investimentos de modo a maximizar o retorno financeiro. Estes resultados servirão para a empresa criar e manter uma vantagem competitiva, principalmente, através da vantagem de custos, com melhora do resultado da organização, diminuindo, desta forma, especulações e análises não fundamentadas de que todos os investimentos de capital em conservação de energia são economicamente viáveis. Demonstra a importância da determinação dos custos com energia elétrica, definindo quais grupos de equipamentos contribuem significativamente para a formação deste custo, quanto estes representam nos custos operacionais das organizações e quanto faz-se necessário de investimentos com aplicações de técnicas de orçamento de capital que auxiliam na tomada de decisões e realizar ações mais acertadas, otimizando e planejando decisões estratégicas de investimentos, impulsionadas fortemente devido ao grande potencial de economia de energia elétrica detectado em todos os segmentos. Apresenta um parecer analítico dos investimentos a ser implementados com ênfase na gestão energética e nos sistemas de produção de cada segmento. Evidencia que a energia

é um bem escasso que está sendo utilizado e que os custos se refletem na produtividade de economias, tornando-se, assim, evidente a importância de controlar o consumo de energia via eficiência energética e pela aplicação de métodos de gestão de energia. A informação oriunda da análise da gestão financeira permitirá aos gestores das empresas tomarem decisões que venham a permitir a concretização do planejamento de longo prazo e, conseqüentemente, a realização das decisões estratégicas, como justificativa para o investimento de capital e maximização da riqueza da empresa a longo prazo.

Cabe ressaltar que esta dissertação tem o caráter orientativo, procurando descrever as medidas necessárias para a correção dos problemas detectados, amostralmente, no setor, visando possibilitar aos empresários, diretores e gerentes a análise quanto a utilização da energia elétrica, determinando as áreas de atuação e transformando o potencial de economia de energia em retorno financeiro, em situações em que a TIR, Taxa Interna de Retorno, seja maior que o custo de capital. Esse critério garante que a empresa esteja obtendo, pelo menos, sua taxa requerida de retorno (Gitman, 1997, p.330).

Palavras-chave: Análise de viabilidade econômica, orçamento de capital, estratégia competitiva, investimentos em conservação de energia.

MEDEIROS, Marcello Mendes. **Análise de viabilidade econômica de investimentos em conservação de energia em empresas de mármore e granitos**. Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

ABSTRACT

The academic study approaches analyses of economical viability of investments in energy conservation in companies of marbles and granites, using as universe amostral the analysis in 16 companies of the section in the four existent segments: extraction, improvement, marblery and grind. Using as inspiration the financial analyses and of equipments done use typically in the companies, without losing the focus on the managerial side of implementação of the measures, did the study relapse in two basic subjects: 1) Which measured they are indeed economically viable?; 2) how much can the companies obtain from economy when implanting the recommendations of this study? The results demonstrate that are not all the investments in reduction of electric power expenses are economically viable, it is necessary to accomplish a selection of way investments to maximize the financial return. These results will be for the company to create and to maintain a competitive advantage, mainly through the advantage of costs, with improvement of the result of the organization, not decreasing of this form speculations and analyses based that all the capital investments in conservation of energy are economically viable. The importance of the determination of the costs with electric power, defining which groups of equipments contribute significantly to the formation of this cost, as these represent in the operational costs of the organizations and all is made necessary of investments with applications of techniques of capital budget that aid in the electric outlet of decisions and to accomplish right actions, optimizing and planning strategic decisions of investments, impelled strongly due to the great potential of electric power saving detected in all the segments. The study presents an analytic opinion of the investments to be implemented with emphasis in the energy administration and in the systems of production of each segment. It evidences that the energy is a very scarce one that is being used and that the costs are reflected in the productivity of

savings, becoming like this evident the importance of controlling them consummates of energy through energy efficiency and for the application of methods of administration of energy. The information originating from of the analysis of the financial administration will allow to the managers companies, they make decisions that come to allow the materialization of the planning of long period and consequently, the accomplishment of the strategic decisions, as justification for the capital investment and maximization of the wealth of the long term company.

Key-Words: Analysis of economical viability, capital budget, competitive strategy, investments in conservation of energy.

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 – Contextualização

O Espírito Santo é o estado que possui as maiores reservas de mármore e granitos do país, e tem a maior concentração de empresas ligadas a este setor, sejam elas pedreiras, de beneficiamento, marmoraria e moageiras. No estado existem, aproximadamente, 724 empresas nestes segmentos, enquanto no Brasil a quantidade é de, aproximadamente, 5.000 empresas. Este mercado está em crescimento constante, de janeiro a outubro/2000 ocorreu um crescimento de 43,49% em relação ao mesmo período do ano anterior. O estado contribui com 44,05% de todo material de mármore e granito exportado do Brasil (Sindirochas, 2001).

Pode-se perceber nas pesquisas de campo: 1 – que os proprietários e gerentes dessas empresas são pessoas que estão bastante voltadas ao aspecto produtivo e comercial, e que o uso eficiente de energia elétrica está em segundo plano; 2 - a energia elétrica é o terceiro item no custo operacional numa empresa deste segmento, chegando em algumas empresas a representar até 30% do custo operacional (Sebrae/ES, 2001, p.3), de modo que é importante reduzir os custos com energia elétrica. Neste ponto percebe-se a importância deste trabalho, como ferramenta gerencial para proporcionar retornos financeiros com investimentos em Conservação de Energia, de forma a aumentar a competitividade das empresas e maximizar a riqueza dos proprietários, que é o maior objetivo de uma empresa (Gitman, 1997, p.18).

A partir desta análise ficou claro que os empresários estão pré-dispostos a realizar investimentos para que haja melhorias, buscando a eficiência energética e, com isso, reduzir suas despesas mensais com este insumo. Para tanto, os empresários terão que introduzir soluções eficazes na sua forma de gerir, buscando a qualidade e a competitividade através dos preços, qualificação e treinamento para seus funcionários, tais características passam a ser fatores chaves de sucesso, que são atributos que as empresas de mármore e granito devem dispor para serem bem sucedidas (Borenstein, 1999, p.16). A eficiência energética, usada criteriosamente influenciará na produtividade, sendo portanto uma atitude moderna e fundamental para toda a sociedade, pois otimiza os custos de investimentos, aumenta a

longevidade dos recursos energéticos esgotáveis e reduz os efeitos negativos da produção e do consumo de energia sobre o meio ambiente. Segundo Ferreira (1994, p.19) a eficiência energética "estimula a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico, além de propiciar o retorno financeiro para o empresário".

Um dado preocupante para o setor é o desperdício médio de cerca de 40% do que é produzido, isso em função do manuseio errado, defeito nas pedras, baixa qualificação profissional, baixo nível de instrução dos funcionários da produção, (86% do total dos funcionários da empresas são da área produtiva e 89% tem somente o 1º grau completo) e falta de investimentos em pesquisa, entre outros (Iel/Ideies, 1998, p.87). Assim, empresas que conseguem diminuir estes custos com desperdícios, má qualidade, alto consumo de energia e equipamentos obsoletos, terão vantagem competitiva. Segundo Drucker (1999, p.94), "os custos de um processo inteiro são aqueles que o cliente final paga e determinam a competitividade ou não de um produto, serviço, indústria, ou uma economia".

Numa instalação típica de mármore e granito, seja uma empresa de extração, serraria, marmoraria ou moageira, é possível reduzir substancialmente os custos operacionais de energia elétrica usando apenas o bom senso, sem investimento financeiro. Já a implantação de medidas que dependem de investimentos, permitem evidenciar um aumento do retorno financeiro, na medida em que as tarifas passam a refletir, efetivamente, na composição de seus custos operacionais, que cada vez são apurados com maior precisão, com a implantação do sistema de custeio ABC, muito propício a uma empresa com elevados custo indiretos de fabricação (Bornia e Kliemann, 2001, p.7), como uma empresa de mármore e granito.

1.2 – Cronologia

A partir das crises do petróleo (1973 e 1979), o governo brasileiro tem se preocupado com a situação energética do país e a sua dependência em relação às importações. Desde então, se presenciaram ações cíclicas do governo visando a racionalização do uso da energia. Em meados de 1975, o Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de Energia (GEFAE) organizou, em colaboração com o **MME**, Ministério das Minas e Energia, um Seminário sobre Conservação de Energia, tratando-se, portanto, de uma iniciativa pioneira no país. A seguir, ainda em 1975, a **FINEP**, Financiadora de Estudos e Pesquisas, obteve autorização da Presidência da República para alocar recursos financeiros à realização do Programa de Estudos de Conservação de Energia, passando a desenvolver e apoiar estudos visando a busca de maior eficiência na cadeia de captação, transformação e consumo de energia (La Rovere, 1994, p.112). Nessa fase, as atenções estavam voltadas para a redução de desperdícios e a substituição do petróleo pela energia elétrica nas indústrias. De acordo com **PROCEL/ELETROBRÁS** (1992, p.08) em outubro de 1985, foi criado o **PROCEL**, Programa de Conservação de Energia Elétrica, que caracteriza-se, principalmente, pela publicação e distribuição de manuais destinados à conservação de energia elétrica nos vários setores da sociedade, além de outros projetos voltados para o uso eficiente de energia.

Segundo Dias (2001, p.3) “em 1989, o mundo vivenciou a redução do preço do barril de petróleo, e no Brasil houve uma estagnação dos investimentos na área da Conservação de Energia e nas pesquisas de novas fontes de energia, como consequência houve uma migração da indústria para a utilização do petróleo como fonte energética. Entretanto, a guerra do Golfo (1991), que trouxe à tona novamente a questão da dependência do petróleo, e no plano nacional as dificuldades presentes nas empresas de energia, principalmente, as de eletricidade (estatais endividadas e sem capital para investimentos), levaram o país mais uma vez a rever a sua condição estratégica perante a energia, buscando-se um desenvolvimento sustentável, dando início a um novo ciclo de programas de Conservação de Energia”. Em 1995, com o início das privatizações das concessionárias de energia elétrica houve uma implementação muito grande de projetos de Conservação de Energia, devido, basicamente, a dois motivos: o primeiro, por receio de aumentos

tarifários constantes e, o segundo, devido a obrigatoriedade das concessionárias ter que investir 1% de seu faturamento em ações ao combate de desperdício de energia elétrica. Atualmente, por força do racionamento de energia elétrica iniciado em 01/06/2001, a Conservação de Energia chegou ao ápice da sua importância, pois as empresas são obrigadas a economizar energia, acima da meta estabelecida, sob o risco de pagar uma tarifa de energia elétrica mais onerosa no mercado spot, e ter o fornecimento de energia elétrica interrompido (Resolução 4, Câmara de Gestão de Energia, 2001, p.1). Apesar da presença dos programas de Conservação de Energia ao longo dos últimos anos, a população brasileira, na sua maioria, ainda não compreende os conceitos relacionados à energia e ao seu melhor uso, diferentemente do setor industrial, que recebeu intenso suporte e pressão do governo e de outras instituições para a adequação do uso da energia elétrica, estando portanto numa melhor condição dentro do cenário nacional (Dias, 2000).

1.3 - Justificativa

A indústria de mármore e granito representa uma das maiores atividades econômicas do Espírito Santo. Segundo dados do Sindirochas, a participação deste setor no PIB Industrial capixaba é de cerca de 6,5%, gerando grande quantidade de empregos diretos, cerca de 11.000, além dos indiretos e dos tributos em favor do Estado (Anuário Sindirochas, 2000, p.26).

O Espírito Santo é conhecido internacionalmente como um dos maiores produtores de rochas ornamentais, tendo destacada participação entre os exportadores do produto bruto, melhorando, ano a ano, sua participação entre os exportadores de produtos acabados / semi-acabados, além de ser o estado que possui as maiores reservas de mármore e granitos do país. Tem, ainda, a maior concentração de empresas ligadas a este setor, sejam elas: pedreiras, de beneficiamento, marmoraria e moageiras. Abaixo, mostra-se a tabela de distribuição de empresas e empregos por região do Espírito Santo (Iel/Ideies, 1998, p.87).

Tabela 1: Distribuição das empresas e empregos, por região, do Espírito Santo, em 12/1998

Região	Nº. de empresas	Nº. de empregos
Grande Vitória	66	665
Norte	146	1.825
Sul	512	8.508
Total	724	10.998

Fonte: Ideies, 1998.

Apesar da instalação das primeiras unidades produtivas da atividade de extração, serraria e beneficiamento de mármore e granitos datarem da década de 30, somente em meados dos anos 60 foi que a produção comercial deste segmento, efetivamente, se consolidou no estado do Espírito Santo e, a maior parte dos entrevistados, afirmou ter iniciado suas atividades no período de 1995 à 1998 (34,67%), ou seja, são empresas que têm, no máximo, três anos (Iel/Ideies, 1998, p.87).

Tabela 2: Início de atividade das empresas cadastradas, em 12/1998

Período	N.º Empresas	%
Até 1979	62	8,56
1980 - 1989	138	19,06
1990 - 1994	197	27,21
1995 - 1998	251	34,67
Não responderam	76	10,50
Total	724	100,00

Fonte: Ideies, 1998.

Conforme citado anteriormente, há alguns fatores agravantes que poderiam ter feito o índice de crescimento ser maior, entre eles destacam-se: a cobrança de IPI de 10%, até 1999 as empresas eram isentas; a crise da construção civil; a alta do dólar; e principalmente; a crise energética. É neste ponto que um trabalho acadêmico versando sobre retornos financeiros com investimentos em conservação de energia no setor de mármore e granito contribui de forma positiva para o desenvolvimento econômico do setor. De acordo com SEBRAE/ES (2001, p.3), a energia elétrica é o terceiro item no custo operacional numa empresa deste segmento, chegando em algumas empresas a representar até 30% do custo operacional, sendo que 26 % do custo com energia elétrica é fixo, proveniente do

contrato de demanda que independe do consumo de energia elétrica, e 74 % é custo variável em função do tempo de funcionamento de uma máquina, ao invés da produção (Bornia, 2001, p.8). Assim, esse estudo acadêmico com medições em empresas de todos os segmentos, representará uma contribuição para este setor industrial.

1.4 – Formulação do Problema

Segundo Porter (1999, p.47) "os custos são gerados pelo desempenho das atividades e as vantagens de custo resultam do exercício de determinadas atividades de forma mais eficiente que o concorrente".

Conforme citação, a energia elétrica é o terceiro item no custo operacional numa empresa do setor de mármore e granito, chegando em algumas empresas a representar até 30% do custo operacional (SEBRAE/ES, 2001, p.3), assim sendo, seus custos devem ser minimizados, pois o problema fundamental é o custo elevado de energia elétrica nas indústrias de mármore e granitos. De modo que algumas questões estão a direcionar este trabalho de pesquisa:

- Qual a participação do custo com energia elétrica em indústrias de mármore e granito ?
- Quais pontos que devem ser analisados de modo a obter a redução do custo variável ?
- Quais os principais equipamentos existentes nas indústrias deste setor, com características técnicas e análise de consumo de energia elétrica, bem como a participação destes nos custos com energia elétrica ?
- Qual o potencial de economia de energia elétrica ? E quanto investir ?
- Qual o retorno financeiro com investimento em Conservação de Energia em empresas de mármore e granito ?

Conforme dados do Ministério da Minas e Energia e SEBRAE (2001, p.35) "no Brasil, o consumo de energia elétrica no setor privado representa cerca de 59% do consumo global, sendo, aproximadamente, 27% das grandes empresas e 32% das Micro, pequenas e médias empresas". De certa forma, o valor da energia elétrica ainda é baixo, U\$ 0,10/kWh, enquanto a média mundial é de U\$ 0,15/kWh, assim, o insumo energia elétrica ainda não é tão oneroso quando comparado com outros países. Paralelamente, a população brasileira não exige de fabricantes melhorias

em seus produtos, entre elas, por exemplo, a produção de equipamentos com menor consumo de energia elétrica, apesar deste hábito estar sendo transformado, em função do racionamento vivenciado pela população entre 01/06/01 a 01/02/02.

Nas indústrias, especificamente as de mármore e granito, alguns aspectos que contribuem para o uso ineficiente de energia elétrica são agravados quando comparados com outros segmentos, entre eles destacam-se: a utilização de equipamentos, em especial motores, superdimensionados que são utilizados desta forma como um fator de segurança muito elevado, evitando, assim, a indisponibilidade do maquinário (Shoepe, 1994). O segundo aspecto a ser destacado é o cultural, pois grande parte dos empresários deste setor são pessoas que tem um baixo nível de escolaridade, de modo que estes implementam modificações que outras empresas já promoveram, modificações quanto ao uso eficiente de energia que efetivamente propiciem retornos financeiros para as empresas ficam num segundo plano. E, finalmente, o último aspecto a ser considerado é que grande parte das empresas deste setor são pequenas empresas, devido ao pequeno número de empregados, de modo que operam níveis de investimentos bem limitados, sendo que o empresário somente implementará as medidas se estas forem tratadas, ao menos, de forma clara e objetiva. O desperdício de energia elétrica neste segmento, é estimado em 50%, devido não somente a baixa eficiência dos equipamentos, mas também a postura conservadora adotada pelos empresários. Postura esta que começa a ser mudada, uma vez que a energia elétrica ainda é pouco onerosa, mas começa a ter um custo representativo para as empresas do setor. Um indicador de como a energia elétrica é um insumo representativo é o alto grau de inadimplentes junto a concessionária de energia, segundo dados da **ESCELSA, Espírito Santo Centrais Elétricas SA**, cerca de 8%. Existe uma forma compulsória de forçar estas empresas a implementarem medidas de uso eficiente de energia elétrica: basta o governo federal obrigar, através de decreto presidencial a empresas a implementarem **CICES – Comissão Interna de Conservação de Energia**, com comprovação de medidas de eficiência energética, semelhante à criada para órgãos federais, Decreto Presidencial n.º 99.565, de 26/10/90, (Krüger, Miranda e Cervelin, Fev.2002, 2002), porém com este estudo acadêmico é possível que os empresários do setor de mármore e granito comecem a investir no uso eficiente de energia elétrica, de modo a obter retornos financeiros viáveis economicamente.

1.5 - Objetivos Gerais e Específicos

O presente estudo tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica de investimentos em conservação de energia em empresas de mármore e granitos, a fim de elaborar um modelo integrado que propicie às empresas do setor a obter retorno financeiro com investimentos nesta área, assim é possível aumentar a competitividade, através da redução de custos com energia de aproximadamente 5.000 empresas no país e contribuir de forma direta para a redução ou postergação da necessidade de investimentos em geração de energia elétrica, destinando recursos para outras áreas prioritárias.

O primeiro objetivo específico a ser atingido é examinar o custo com energia elétrica de uma empresa de mármore e granito, quanto estes representam no custo operacional das empresas e definir quais os grupos de equipamento que contribuem e quanto contribuem para a formação do consumo de energia elétrica.

Já o segundo objetivo específico trata a proposição de melhorias em substituir os equipamentos existentes por equipamentos eficientes, relacionando suas principais vantagens e características, bem como analisar a viabilidade econômica do investimento de modo a obter retorno financeiro com a substituição.

Finalmente, como terceiro objetivo específico, deve-se listar as vantagens obtidas no modelo proposto, realizando uma análise comparativa com a situação atual e identificando o quanto que a empresa conseguirá diminuir seus custos, de modo a torná-la mais competitiva, pois, segundo Porter (1986, p.11) "a posição de baixo custo de um líder no custo traduz-se em retornos mais altos". Porém, mais importante do que reduzir custos com energia elétrica é a melhora do desempenho da organização, pois as informações oriundas da análise da gestão financeira permitirão aos gestores das empresas tomarem decisões que venham a permitir a concretização do planejamento de longo prazo e, conseqüentemente, a realização das decisões estratégicas, como justificativa para o investimento de capital e maximização da riqueza da empresa a longo prazo.

1.6 - Metodologia

Para realização deste estudo, foram desenvolvidas duas linhas de trabalho: pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A pesquisa de referências bibliográficas foi realizada em livros, internet, artigos publicados, revistas especializadas e jornais. Foram objeto da pesquisa bibliográfica teórica elementos como:

- pesquisa sobre o custo com energia elétrica em indústrias de mármore e granito: conceituação, matriz energética e participação nos custos operacionais;
- pesquisa sobre os equipamentos existentes nas indústrias de mármore e granito: função por tipo de empresa, local de utilização, potência e consumo de energia elétrica;
- pesquisa sobre a Conservação de energia na indústria do mármore e granito: conceituação, potencial de economia de energia elétrica, onde investir e quando e quanto investir;
- pesquisa sobre a viabilidade econômica de investimentos em Conservação de Energia em empresas de mármore e granito: conceituação, taxa de retorno, viabilidade econômica de investimento, diminuição dos custos operacionais e comparação do sistema atual com sistema recomendado.

O estudo de caso objetiva reunir e analisar informações desde a coleta, passando pelo tratamento de dados e análise da situação atual, nos quatro segmentos analisados: extração, beneficiamento, marmoraria e moageira. Serão objetos do estudo de caso elementos como:

- Coleta de dados em planilhas específicas, contendo características dos equipamentos, bem como regime de funcionamento;
- Tratamento de dados com utilização de softwares específicos e referências bibliográficas;
- Análise crítica dos resultados obtidos;
- Recomendações para adequação de equipamentos e regime de funcionamento, de modo a obter retorno financeiro com investimentos em Conservação de Energia.

1.7 - Estrutura do Trabalho

Este estudo está dividido em seis capítulos.

- a) Capítulo 1: Elaboração das considerações iniciais a respeito da problematização a ser estudada;
- b) Capítulo 2: Pesquisa bibliográfica que servirá para fundamentação teórica do tema abordado, utilizando-se como fonte de pesquisa: referências bibliográficas e documentais em livros, internet, artigos publicados, revistas especializadas e jornais;
- c) Capítulo 3: Este capítulo é voltado para detalhar os procedimentos para seleção e classificação das empresas;
- d) Capítulo 4: Neste capítulo é feita a análise de viabilidade econômica, através do estudo de caso. É feita uma descrição da situação energética encontrada nas 16 empresas e propostas melhorias de modo que as empresas invistam em projetos viáveis economicamente com investimento em Conservação de Energia;
- d) Capítulo 5: Conclusões sobre o estudo apresentado e recomendações para estudos futuros;
- e) Capítulo 6: A referência bibliográfica utilizada no estudo apresentado.

1.8 - Limitações

O presente estudo foi baseado em literaturas e pesquisas em empresas do setor, de modo que procurou abranger de forma metódica uma análise de viabilidade econômica de investimentos em conservação de energia, sem no entanto exaurir o assunto. Entretanto, não existe ainda sustentação prática de todas, as medidas recomendadas neste estudo acadêmico. Assim, espera-se, que ao menos, uma das empresas pesquisadas invista nas recomendações, de modo que estudos futuros possam comprovar com sustentação prática as recomendações deste estudo acadêmico.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a pesquisa bibliográfica, que servirá como subsídio para a fundamentação teórica do trabalho.

2.1 – Estratégia Competitiva

Segundo Ferraz (1997, p.81) "competitividade é a capacidade da empresa formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitem ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado".

O objetivo da estratégia competitiva, numa indústria, é encontrar uma posição na qual a empresa possa melhor se defender das forças competitivas ou influenciá-las em seu favor, visando estabelecer uma posição lucrativa e sustentável. A vantagem competitiva não pode ser considerada como uma posição de estagnação, pois, atualmente, a economia é muito dinâmica, sujeita às mudanças de mercado, devido a novas tecnologias, mudanças de hábitos de consumo, fatores sociais e econômicos. Daí a importância dos gestores em desenvolver vantagens competitivas mais duradouras, ampliando e sustentando a vantagem conquistada. Como consequência da sustentação da vantagem competitiva, há um aumento da capacidade da empresa de vender seus produtos, ou seja, criar e manter a vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes. Porém, de nada adianta ter uma boa estratégia se o setor que a empresa vai atuar não possuir uma boa rentabilidade para investimento.

O grau de concorrência em uma indústria depende de cinco forças competitivas básicas, sendo elas: ameaça de novos entrantes, poder de negociação dos compradores, ameaça de produtos ou serviços substitutos, poder de negociação dos fornecedores e rivalidade entre as empresas existentes. Segundo Porter (1996, p.22) "o conjunto destas forças determina o potencial de lucro final na indústria, que é medido em termos de longo prazo sobre o capital investido, assim, o potencial de lucro é variável em função do conjunto de forças atuantes sobre a indústria".

A concorrência em uma indústria age, continuamente, no sentido de diminuir a taxa de retorno sobre o capital investido na direção da taxa competitiva básica de retorno. Num segmento altamente concorrente existe um elevado risco de

investimento, assim, o retorno do investimento deve ser maior que a taxa básica de retorno ofertada pelo mercado financeiro, caso contrário, há um estímulo para o influxo de capital na indústria. Ou seja, deve haver uma relação positiva evidente entre risco e retorno nominal ou esperado. Segundo Gitman (1997, p.50) "deve haver um *tradeoff* entre risco e retorno tal que os investidores, por aceitarem maior risco, devem se compensados na sua expectativa de maiores retornos".

“Escolhida a estratégia geral da empresa, deve-se definir quais estratégias para cada unidade, setor e suas atividades e assim alocar eficientemente os recursos necessários para atingir as metas propostas” (Lima, 2000, p.39).

Um ponto importante para o sucesso da estratégia adotada é a disseminação da estratégia com os funcionários da empresa. Deve haver uma relação harmoniosa entre funcionários e diretoria em busca do objetivo estratégico. Várias empresas, principalmente, as indústrias de transformação, por acreditarem que seus funcionários da linha de produção têm baixo grau de escolaridade não precisam estar interagindo com a estratégia adotada pela empresa.

Segundo Pfeffer (1994, p.15) “a medida que outras fontes de êxito competitivo tornam-se menos importantes, o que permanece como fator crucial e diferenciador é a organização, seus funcionários e como trabalham”. As empresas descobriram que a melhor maneira de assegurar a satisfação do cliente externo é atender às necessidades de todos os clientes internos, em cada passo do processo (Harrington, 1993, p.29).

Deve-se desenvolver indicadores de desempenho para monitorar e transmitir a evolução e as necessidades de investimentos da empresa para manter a vantagem competitiva.

Kaplan e Norton (1997, p.153) considera que:

o objetivo de qualquer sistema de mensuração deve ser de motivar todos executivos e funcionários a implantar com sucesso a estratégia de sua unidade de negócio. As empresas que conseguem traduzir a estratégia em sistema de mensuração têm muito mais probabilidade de executar sua

estratégia, porque conseguem transmitir objetivos e metas. Essa comunicação concentra a atenção de executivos e funcionários nos vetores críticos, permitindo alinhar investimentos, iniciativas e ações à realização de metas estratégicas.

A escolha da estratégia será única para cada empresa em função das suas características peculiares. É importante que se faça algumas análises, de modo a tornar a estratégia adotada mais suscetível ao sucesso. Entre as análises, consideram-se importantes a análise externa, a de variáveis ambientais e a de cenários. A análise externa, tem como objetivo estudar o ambiente, selecionando e avaliando oportunidades e ameaças, que são as situações do ambiente que colocam a organização em risco. Já a análise de variáveis ambientais descreve o macroambiente através da sua tradução em variáveis ambientais, as mais abrangentes possíveis. A partir daí, examina-se o estado atual de cada variável e suas tendências futuras, estabelecendo-se, quando possível, relações entre elas. Finalmente, Borenstein (2000, p.22) explana que:

a análise de cenários procura construir possíveis estruturas ambientais alternativas para o futuro, envolvendo a identificação de incertezas, a determinação de fatores causais entre elas, e a formulação de um conjunto de possíveis suposições sobre o relacionamento de diversos fatores envolvidos no cenário. São criados diferentes e alternativos quadros para o futuro, determinando-se os caminhos que conduzem a cada quadro, considerando-se a ocorrência de diferentes contingências.

Entre as mais difundidas estratégias genéricas, encontra-se a de Porter, que abordada pela ótica da competitividade propõe três possibilidades estratégicas:

- Liderança de custo;
- Diferenciação;
- Foco.

Estas estratégias são métodos para superar os concorrentes e deve-se seguir uma estratégia específica. Empresas que combinam a diferenciação e a liderança de custo podem ter, por um curto período, alguma vantagem competitiva, porém por pouco tempo. Segundo Porter (1996, p.49) "a colocação em prática de qualquer uma destas estratégias genéricas exige, em geral, comprometimento total e disposições organizacionais de apoio que serão diluídos se existir mais de um alvo primário".

Abaixo é mostrado a matriz de Porter das estratégias genéricas em função do mercado visado.

Tabela 3: Matriz de Porter das Estratégias Genéricas x Mercado Visado

Matriz de Porter		Vantagem da empresa	
		Característica do produto	Baixo custo
Mercado Visado	Todo	Diferenciação	Liderança de custo
	Segmentado	Foco diferenciação	Foco Liderança de custo

Fonte: (Borestein, p.43, 1999)

Liderança no custo total

A posição de custo dá à empresa uma defesa contra a rivalidade dos concorrentes, porque seus custos mais baixos significam que ela ainda pode obter retornos depois que seus concorrentes tenham consumido seus lucros em busca da conquista de mercado, tornando-se, assim, o tema central de toda estratégia, embora a qualidade, a assistência, o atendimento e outras áreas não possam ser ignoradas.

Segundo Porter (1996, p.50) uma posição de baixo custo protege a empresa contra todas as cinco forças competitivas.

Porque a negociação só pode continuar a erodir os lucros até o ponto em que os lucros do próximo concorrente mais eficiente tenham sido eliminados, e porque os concorrentes menos eficientes sofrerão antes as pressões competitivas. Atingir uma posição de custo total baixo quase sempre exige uma parcela de mercado relativa ou outras posições vantajosas, com acesso favorável às matérias primas. Pode exigir também o projeto de produtos para simplificar a fabricação, a manutenção de uma vasta linha de produtos relacionados para diluir os custos e o atendimento de todos os principais grupos de clientes de modo a expandir o volume. Por sua vez, a colocação em prática da estratégia de baixo custo pode exigir investimento pesado de capital em equipamento atualizado, fixação de preço agressiva e prejuízos iniciais para consolidar a parcela de mercado. Uma grande parcela de mercado permitirá, por sua vez, economias nas compras, o que reduz os custos ainda mais. Uma vez atingida, a posição de baixo custo proporciona margens altas que podem ser reinvestidas em novo

equipamento e instalações mais modernas de modo a manter a liderança de custo. Este reinvestimento pode mesmo ser um requisito para sustentar uma posição de custo baixo.

Diferenciação

A diferenciação proporciona isolamento contra a rivalidade competitiva devido à lealdade dos consumidores com relação à marca como também à conseqüente menor sensibilidade ao preço. A estratégia de diferenciação dificilmente proporciona a empresa a obtenção de alta participação no mercado, requer-se junto aos clientes um sentimento de exclusividade que é incompatível com a alta participação do mercado. Entretanto, deve-se destacar que esta estratégia não permite à empresa ignorar os custos, mas eles não são o alvo estratégico primário.

Enfoque

A estratégia de enfoque objetiva atender muito bem ao alvo determinado, e cada política funcional é desenvolvida levando isto em conta. A premissa básica é de que a empresa é capaz de atender seu alvo estratégico estreito mais efetiva ou eficientemente do que os concorrentes que estão competindo de forma mais ampla.

O sucesso na estratégia do enfoque pode também obter retornos acima da média, o enfoque desenvolvido significa que a empresa tem uma posição de baixo custo com seu alvo estratégico, alta diferenciação, ou ambas.

Meio termo

À empresa que adotou a estratégia do meio-termo é quase garantida uma baixa rentabilidade, pois não atende os clientes de grandes volumes, que exigem preços mais baixos, ou deve renunciar a seus lucros para colocar seu negócio fora do alcance das empresas de baixo custo. A empresa perde os clientes que lhe proporcionam altas margens de lucro para os concorrentes que adotaram a estratégia de diferenciação.

Há uma tendência das empresas em dificuldades ficarem mudando de uma estratégia genérica para outra. Em geral, leva-se muito tempo e esforço contínuo para retirar a empresa desta posição não muito confortável devido às inconsistências potenciais envolvidas na busca destas três estratégias, esta tendência é quase

sempre fadada ao fracasso. Estes conceitos sugerem algumas relações possíveis entre parcela de mercado e rentabilidade. Segundo Porter, o problema de ser apanhado no meio pode significar que as empresas menores (concentradas em um enfoque ou diferenciadas) e as maiores (liderança de custo) sejam aquelas com maior rentabilidade e as empresas de porte médio sejam aquelas com menores lucros.

Segundo Mintzberg (1987, p.427) "todas estratégias refletem, no todo ou em parte, o que preferimos chamar de abordagem básica de gerenciamento estratégico. Estratégias crescem como ervas daninhas em um jardim. Criam raízes em todos os tipos de lugares, onde quer que as pessoas tenham capacidade de aprender (pois estão em contato com a situação) e disponham dos recursos necessários para sustentar essa capacidade. Essas estratégias tornam-se organizacionais quando adquirem uma abrangência coletiva, ou seja, quando proliferam de forma a guiar o comportamento da organização em geral".

2.2 – Estratégia competitiva para as indústrias de mármore e granito: liderança no custo

Num segmento altamente competitivo, com grande quantidade de empresas, localizadas relativamente próximas entre si, o custo baixo em relação aos concorrentes torna-se o tema central de toda a estratégia, embora a qualidade, a assistência e outras áreas não possam ser ignoradas. Uma posição de baixo custo produz para a empresa retornos acima da média em sua indústria, pois protege a empresa das pressões das 5 forças competitivas, porque a negociação só pode continuar a erodir os lucros até o ponto em que o lucro do próximo concorrente mais eficiente tenha sido eliminado, e porque os concorrentes menos eficientes sofrerão antes as pressões competitivas (Porter, 1996, p.50).

Os principais custos operacionais existentes numa empresa de mármore e granito, são, em primeiro lugar, o custo com funcionários da operação, que representam em média 35% de todo custo operacional. Este custo é de difícil redução, uma vez que as empresas, geralmente, assumem com seus funcionários da área de produção o salário do acordo coletivo com o sindicato da categoria, que é o mínimo a ser pago. O segundo custo operacional é o custo com granalha,

pequenas esferas de ferro fundido responsáveis pelo aumento do atrito entre a lâmina e o bloco da rocha, com o custo médio de 25% do custo operacional. Entretanto, o surgimento de novas indústrias de granalhas, até mesmo locais, e aumento de pesquisa de tecnologia de corte de rochas, faz com que o custo com este insumo tenha diminuído historicamente. Diferentemente da granalha, o custo com energia elétrica tende a subir significativamente nos próximos anos, por vários fatores, entre eles destacamos:

- Mudança da matriz energética: atualmente, aproximadamente, 92% de toda a energia elétrica gerada no Brasil é através de hidroelétricas, que tem um custo médio de geração de U\$ 23.00/MW, enquanto a térmica, que corresponde a somente 5% da matriz, tem um custo médio de geração de U\$ 40.00/MW (Geller, 1992), ou seja, haverá um aumento de custo de fornecimento de energia elétrica, uma vez que o governo quer aumentar a participação das térmicas para 15% nos próximos 10 anos (Conceição, 2002, p.8);
- Efeitos do racionamento: houve uma perda de faturamento das distribuidoras de energia elétrica com o racionamento de energia elétrica. Muitas delas encerraram o ano de 2001 com prejuízos financeiros, entre elas a ESCELSA, concessionária de energia elétrica do estado do Espírito Santo, que apresentou um prejuízo líquido de R\$ 21 milhões (Belesa, 2002). Assim, de modo a manter o equilíbrio econômico-financeiro destas empresas, o governo já autorizou um aumento tarifário de 7,9% para o segmento industrial;
- Preço da energia elétrica: no Brasil, as tarifas de energia elétrica são em média 40% mais baixas que a média mundial e como energia elétrica é um produto escasso no mercado a tendência do preço é sofrer um aumento, como qualquer produto que esteja em falta no mercado (Herzberg, 2002);
- Falta de regras claras: os investidores estão cautelosos, uma vez que não se tem regra clara e bem definida do novo modelo de política energética a ser adotado no país. O maior exemplo dessa cautela, foi o leilão da **Copel, Companhia Paranaense de Eletricidade**, em outubro/2000, que é uma das maiores e melhores distribuidoras de energia elétrica do país, devido aos índices de desempenho, para o qual não apareceu nenhum interessado. Assim, atualmente, o investidor considera a energia elétrica um investimento de risco e

deve existir um tradeoff entre risco e retorno, tal que os investidores, por aceitarem maior risco, devem ser compensados na sua expectativa de maiores retornos (Gitman, 1997, p.50) .

Diante de um cenário não muito otimista, as indústrias de mármore e granito, devem investir em ações de conservação de energia, de modo que consiga redução de custos com o insumo energia elétrica e assim conseguir a liderança de custo, que certamente é a melhor estratégia num segmento bastante competitivo. Porém, vale salientar a importância da dinâmica na definição da estratégia, pois a empresa deve ter a capacidade de formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitem ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado (Ferraz, 1997, p.81). Classificados pela variabilidade, a separação dos custos fixos e variáveis é o fundamento que se denomina custos para a tomada de decisões, fornecendo muitos subsídios importantes para as decisões de investimento em conservação de energia.

Os recursos e habilidades em geral requeridos, bem como os requisitos organizacionais comuns para a liderança no custo total são descritos abaixo, traçou-se um paralelo com os requisitos, habilidades e recursos em para redução de custos com energia elétrica, com as implementações de ações em Conservação de Energia.

Tabela 4: Estratégia Genérica

Estratégia Genérica		Recursos e Habilidade em Geral Requeridas	Recursos e Habilidades em Conservação de energia
Liderança Custo	no	Investimento de capital sustentado e acesso de capital.	Investimento de capital, mediante retorno financeiro em tempo curto ou moderado.
		Boa capacidade em engenharia de processo.	Criatividade e iniciativa dos funcionários da operação e manutenção.
		Supervisão intensa de mão-de-obra	Supervisão intensa de mão-de-obra.
		Produtos projetados para facilitar a fabricação.	Estabelecimento de rotinas e procedimentos padrões de produção.
		Sistema de distribuição com baixo custo.	Sistema de tarifa de energia elétrica de baixo custo.
Estratégia Genérica		Requisitos Organizacionais Comuns	Requisitos Organizacionais para Conservação de Energia
Liderança Custo	no	Controle de custo rígido.	Controle de custos de operação com energia elétrica, através de medições e acompanhamentos.
		Relatórios de controles freqüentes e detalhados.	Relatórios e diagnósticos de controles freqüentes.
		Organização e responsabilidade estruturadas.	Organização e responsabilidade estruturadas.
		Incentivos baseados em metas estritamente quantitativas.	Incentivos baseados em metas de consumo específico de energia elétrica.

Fonte: Adaptado de Porter, 1998.

2.3 – Fatores Críticos de Sucesso

São conceituados como os atributos que uma empresa precisa possuir, ou as ações que precisam desempenhar bem, para sobreviver e prosperar. Segundo Borenstein (1999, p.16)

as empresas devem alcançar um desempenho, no mínimo, satisfatório em relação aos fatores críticos de sucesso e a quantidade destes fatores deve ser reduzida, pois torna-se difícil alcançar o sucesso quando necessita-se de uma grande quantidade de atributos.

O termo Fatores Críticos de Sucesso surgiu dentro da teoria dos sistemas da informação visando fornecer uma abordagem gerencial altamente eficaz para auxiliar os gerentes na determinação das suas necessidades de dados mais importantes com acesso otimizado de tempo. De acordo com Rockart (1979, p.81,93)

fatores críticos de sucesso são, para qualquer espécie de negócio, o limitado número de áreas nas quais, caso sejam satisfatórias, se assegurará um desempenho competitivo bem sucedido. São as áreas nas quais as coisas devem andar bem para que a atividade floresça.

O número limitado de áreas já foi referenciado anteriormente por Borenstain (1999, p.16) quando se fala da diminuição de fatores críticos de sucesso, pois algumas atividades apenas contribuem para o sucesso da empresa, ou seja, algumas das atividades que tornaram a empresa um sucesso.

“Sucesso é ter a estratégia certa para cruzar a trincheira” (Ries, 1996, p.250).

Os fatores críticos de sucesso traduzem a missão e a estratégia em objetivos e medidas, organizados em quatro perspectivas diferentes: financeira, do cliente, do processo interno e do aprendizado e crescimento. O contexto cria uma linguagem, uma estrutura, para comunicar a missão e a estratégia, e utiliza indicadores para informar aos funcionários sobre os vetores de sucesso atuais e futuros. Ao articularem os resultados desejados pela empresa com os vetores desses resultados, os executivos esperam canalizar as energias, as habilidades e os conhecimentos específicos das pessoas, na empresa inteira, para alcançar as metas a longo prazo.

Muito gente considera medidas e indicadores como uma ferramenta para controle do comportamento e avaliação do desempenho passado, para articular a

estratégia da empresa, para comunicar essa estratégia e para ajudar a alinhar iniciativas individuais e organizacionais em conformidade com um plano pré-estabelecido, que é o objetivo dos sistemas de controles tradicionais. As perspectivas financeiras, do cliente, dos processos internos e do aprendizado e conhecimento devem ser utilizadas para um sistema de comunicação, informação e aprendizado, não como um sistema de controle (Kaplan e Norton, 1997, p.24,25).

Outro ponto importante a ser destacado é a necessidade do empresário/executivo compreender a cultura organizacional da empresa antes de lançar um programa de melhoria de serviço ou de uso eficiente de energia. É necessário saber o quão dispostas as pessoas estão para se engajar neste projeto e como tenderiam a reagir a ele. Assim é evitado a rede de boatos da organização, que podem estar transmitindo toda espécie de notícia pessimista, previsões distorcidas de futuros péssimos, e falsidades puras e simples (Albrecht, 1998, p.67).

De acordo com Ostrenga e Ozan (1993, p.49) "é vital que o sistema de medição de desempenho da empresa reflita seus Fatores Críticos de Sucesso e para cada fator deverá haver uma ou mais medidas para avaliar a performance da empresa". A utilização de indicadores apenas financeiros para tomar decisões ou medir o desempenho de uma empresa é trabalhar com poucas informações. Segundo Lima, (1999, p.21-24):

somente medidas financeiras são inadequadas para conduzir de forma global, isto é, orientar e avaliar o caminho organizacional dentro de um mercado extremamente competitivo. As medidas financeiras mostram apenas uma face de um todo, não fornecendo informações que devem ou deveriam ser utilizados para criar ou agregar valores financeiros futuros.

2.4 – Orçamentos de Capital

O orçamento de capital é um processo de análise e seleção apropriada de projetos de investimentos a longo prazo, que sejam coerentes com o objetivo da empresa de maximizar a riqueza de seus proprietários. Algumas vezes, esse trabalho representa mais uma arte que uma ciência; em muitos casos, os fatores de investimento (condições econômicas gerais, concorrência, taxa de juros, regulamentações governamentais, etc.) estão fora do controle direto das empresas. Também, o horizonte de tempo de muitos projetos estende-se até um futuro distante,

de modo que as projeções de tempo e dos benefícios desses investimentos podem se tornar um processo altamente incerto (Gitman, 1997, p.324).

De acordo com Ross (2000, p.214):

o orçamento de capital talvez seja a questão mais importante em finanças de empresas, pois decisões de a empresa ter de lançar um novo produto ou entrar num novo mercado, são definidas através do orçamento de capital. Decisões como essa determinarão a natureza das operações da empresa e dos produtos para os próximos anos, principalmente porque investimentos em ativos fixos geralmente têm vida longa e não são facilmente revertidos, uma vez realizados.

Dispêndio de capital é um desembolso de fundos realizado pela empresa, com expectativa de gerar benefícios após um ano. Para desembolsos que resultam em benefícios obtidos em prazo inferior a um ano, denomina-se dispêndio corrente. Os dispêndios de capital são feitos por muitas razões, por exemplo: adquirir, substituir ou modernizar ativos imobilizados, ou ainda, obter algum benefício menos tangível por um longo período.

Gitman (1997, p.289) relaciona os principais motivos para a execução de dispêndios de capital:

- **Expansão:** o motivo mais comum para fazer dispêndio de capital é expandir o nível de operações – usualmente através da aquisição de ativos imobilizados. Uma empresa em crescimento acha muitas vezes necessário adquirir novos ativos imobilizados rapidamente, e às vezes, isso inclui a compra de infraestrutura adicional, como imóveis e instalações fabris;
- **Substituição:** à medida que o crescimento da empresa diminui e ela atinge a maturidade, a maior parte de seus dispêndios de capital será para substituir ou renovar ativos obsoletos ou gastos. Toda vez que uma máquina precisa ser consertada é preciso avaliar o desembolso exigido para seu reparo em relação ao desembolso que seria necessário para substituir a máquina e aos benefícios de sua substituição;
- **Modernização:** é freqüentemente uma alternativa à substituição. A modernização pode incluir a reconstrução, o acondicionamento ou a adaptação de uma máquina ou das instalações existentes. Por exemplo, uma perfuratriz pode ser modernizada através da substituição de seu motor e adaptação de um sistema de controle numérico ou uma instalação física pode ser modernizada,

renovando-se suas instalações elétricas, adicionando-se um sistema de ar condicionado, e assim por diante. Empresas que desejam melhorar sua eficiência podem encontrar soluções adequadas, tanto na substituição quanto na modernização de máquinas existentes.

- **Outras finalidades:** Alguns dispêndios de capital não resultam na aquisição ou transformação de ativos imobilizados tangíveis constantes do balanço patrimonial da empresa; antes, envolvem um comprometimento de recursos a longo prazo, na expectativa de um retorno futuro. Tais dispêndios incluem gastos com propaganda, pesquisa e desenvolvimento, serviços de consultoria à administração e novos produtos. Outras propostas de dispêndio de capital – como a instalação de sistema de controle e poluição ou de segurança determinados pelo governo – são difíceis de avaliar, uma vez que produzem retornos intangíveis, ao invés de fluxos de caixa facilmente mensuráveis.

2.4.1- Etapas do processo de orçamentos de capital e fluxos de caixa

As etapas do processo de orçamento de capital são:

- **Geração de proposta:** as propostas para dispêndios de capital são feitas por pessoas em todos os níveis da organização. Para estimular um fluxo de idéia que possa resultar em potenciais reduções de custos, muitas empresas oferecem prêmios em dinheiro a empregados cujas propostas sejam adotadas;
- **Avaliação e análise:** as propostas são formalmente avaliadas para se assegurar de que elas são apropriadas tendo em vista os objetivos e planos globais da empresa, e o mais importante, para verificação de sua validade econômica. Os custos e benefícios propostos são estimados e então convertidos em uma série de fluxos de caixa relevantes, aos quais várias técnicas de orçamento de capital são aplicadas para aferir o mérito do investimento associado ao potencial do desembolso;
- **Tomada de decisão:** A magnitude do desembolso, em valores monetários, e a importância dos dispêndios de capital determinam em qual nível hierárquico da organização a decisão será tomada. As empresas, normalmente, delegam autoridade, no que se refere a dispêndios de capital, com base em certos limites monetários. Em geral, empresas que operam com restrições de tempo em

relação à produção muitas vezes acham necessário fazer exceções ao esquema de tomada de decisões, baseando-se, unicamente, nos limites monetários. Nesses casos, delega-se ao gerente da fábrica autoridade para tomar decisões necessárias à continuidade da linha de produção;

- **Implementação:** Uma vez que as propostas tenham sido aprovadas e os fundos necessários estejam disponíveis, inicia-se a fase de implementação;
- **Acompanhamento:** Envolve a monitoramento dos resultados durante a fase operacional do projeto. A comparação dos resultados reais, em termos de custos e benefícios, com os valores estimados, bem como com projetos de investimentos anteriores é vital. Quando os resultados reais diferem dos resultados projetados ações devem ser tomadas, visando o corte de custos, melhoria dos benefícios ou, até mesmo, a suspensão do projeto.

Segundo Gitman (1997, p.291) os dois tipos mais comuns de projetos são os independentes e os mutuamente excludentes. Os independentes

são projetos cujos fluxos de caixa não estão relacionados ou são independentes entre si; a aceitação de um deles não exclui a consideração posterior dos demais projetos. E os projetos mutuamente excludentes, que possuem a mesma função e, conseqüentemente competem entre si. A aceitação de um projeto desse tipo elimina a consideração posterior de todos os outros projetos do grupo. As empresas podem possuir fundos ilimitados, ou seja, situação financeira em que a empresa é capaz de assumir todos os projetos independentes que propiciam um retorno aceitável. Entretanto a grande maioria das empresas operam com o racionamento de capital, que é uma situação na qual a empresa possui projetos com VPL positivo mas não consegue obter os recursos necessários para financiá-los.

Conforme Ross (2000, p.252):

existe o racionamento fraco de capital que é aquele em que a empresa em sua totalidade não tem falta de capital; poderia levantar mais recursos, em condições normais, se a administração assim o desejasse, ou seja é a situação na qual se alocam determinados valores às unidades de uma empresa para financiar os gastos de capitais. Existe também o racionamento forte de capital, que é a situação na qual uma empresa não consegue obter financiamento para seus projetos sob nenhuma circunstância.

Relativo as abordagens básicas de decisões de investimentos de capital, existe a abordagem aceitar-rejeitar, que é a forma de se avaliar propostas de dispêndio de

capital em confronto com o critério mínimo de aceitação estabelecido pela empresa. E existe a abordagem de classificação, que classifica os projetos de dispêndio de capital com base em algum indicador predeterminado, como a taxa de retorno, assim a classificação é útil para selecionar o melhor de um grupo de projetos mutuamente excludentes e para avaliar projetos sujeitos a racionamento fraco de capital. Ao efetuar o dispêndio de capital a empresa espera obter um retorno com valor presente líquido maior que zero, desta forma, são gerados os padrões de fluxos de caixa, que podem ser padrões convencionais, que significa a saída inicial de caixa, seguida por uma série de entradas. E, padrões não convencionais em que uma saída inicial não é seguida por uma série de entradas. Fluxo de caixa relevante é a mudança no fluxo de caixa geral da empresa, e então decidir se elas adicionam ou não valor à empresa (Ross, 2000, p.240). Abaixo são conceituados os principais componentes dos fluxos de caixa:

- **Investimento inicial:** é a saída de caixa relevante no instante zero, associada a um projeto proposto, como, por exemplo, a aquisição de um novo ativo;

O custo de aquisição de um novo ativo é a saída líquida de caixa que sua aquisição exige, somados aos custos de instalação, que são custos adicionais necessários para colocar o novo ativo em funcionamento, subtraindo-se da receita a venda do ativo velho.

- **Entradas de caixas operacionais:** entradas de caixa incrementais, após os impostos, originários do projeto ao longo de sua vida;

Todos os benefícios esperados de um projeto proposto devem ser medidos na forma de fluxo de caixa. As entradas de caixa representam dinheiro que pode ser gasto, não simplesmente lucros contábeis, que não estão à disposição da empresa para pagamento de suas contas (Gitman, 1997, 304).

- **Fluxo de caixa residual:** é o fluxo de caixa não operacional, que ocorre no final do projeto, em geral, decorrente da liquidação do projeto;

Representa o fluxo de caixa, excluindo as entradas de caixa operacionais, que ocorre no ano final do projeto. Quando aplicáveis, é importante reconhecer esses fluxos, pois eles podem afetar, significativamente, a decisão de dispêndio de capital. A consideração desses fluxos também permite completar a análise, fazendo com que a empresa retorne à sua posição inicial, em termos de dispêndios que estão sendo considerados.

2.4.2 – Técnicas de orçamento de capital

As técnicas de análise de orçamentos de capital são utilizadas pelas empresas para avaliar a viabilidade financeira dos projetos de investimentos, ou selecionar os projetos que irão aumentar a riqueza de seus proprietários. As técnicas usualmente utilizadas são: Payback, Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL), Índice de Rentabilidade e Ganho Anual Líquido (Gitman, 1997).

Payback

É uma técnica de análise de orçamento de capital que mensura o período de tempo exato necessário para uma empresa recuperar seu investimento inicial em um projeto a partir das entradas de caixa. No caso de uma anuidade, o período de *payback* pode ser encontrado dividindo-se o investimento inicial pela entrada de caixa anual, já para uma série mista, as entradas de caixas anuais devem ser acumuladas até que o investimento inicial seja recuperado. Assim, se o período de *payback* for menor que o período de *payback* máximo aceitável, aceita-se o projeto, caso contrário, rejeita-se.

Ross (2000, p.221) elenca as vantagens e desvantagens do método do *Payback*:
Vantagens:

- De fácil compreensão;
- Leva em conta a incerteza de fluxos de caixa mais distantes;
- Tem um viés em favor da liquidez.

Desvantagens:

- Ignora o valor do dinheiro no tempo;
- Exige um período de corte arbitrário;
- Ignora fluxos de caixa além da data de corte;
- Tem um viés contra projetos de longo prazo, tais como os de pesquisa e desenvolvimento e novos projetos.

Valor Presente Líquido - VPL

É uma técnica de análise de orçamentos que desconta os fluxos de caixa da empresa a um custo de capital da mesma, que refere-se a um retorno mínimo que deve ser obtido por um projeto, de modo a manter inalterado o valor de mercado da

empresa. Assim, se o VPL for maior que zero aceita-se o projeto, ou seja, é criado valor para os acionistas, caso contrário, rejeita-se.

Em outras palavras, Ross (2000, p.214) define que "o Valor Presente Líquido é uma medida de quanto valor é criado ou adicionado hoje por realizar um investimento".

Por considerar o valor do dinheiro no tempo, a técnica do Valor Presente Líquido é mais refinada que a do período de *Payback*. Além de que, segundo Ross (2000, p.219) "o método *Payback* desconsidera diferenças de risco, podendo ser calculado da mesma maneira tanto para projetos muito arriscados, como para projetos muito seguros".

As principais vantagens e desvantagens do método do Valor Presente Líquido:

Vantagens:

- Intimamente relacionada com o TIR, geralmente conduzido à mesma decisão;
- Fácil de ser compreendida e comunicada.

Desvantagem:

- Estimação do Valor Presente Líquido, devido à dificuldade em observar o valor de mercado de investimentos semelhantes.

Outro ponto a ser destacado que favorece a aceitação de um projeto é considerar as entradas e saídas de caixas incrementais que resultarão na proposta de substituição de equipamentos, ou seja, considerar os **fluxos de caixa incrementais** que são fluxos de caixa adicionais, entradas ou saídas, que se espera obter como resultado de uma proposta de dispêndio de capital. Assim, o investimento neste caso, deve ser determinado subtraindo-se o valor necessário para a aquisição de um novo ativo da entrada de caixa líquida prevista com a venda do ativo a ser substituído. De modo que, as entradas de caixa operacionais seriam determinadas pela diferença entre as entradas de caixa operacionais geradas pelo novo ativo e as que são geradas pelo ativo a ser substituído (Gitman, 1997).

Índice de Rentabilidade – IR

É um método resultante da operação matemática de divisão do valor presente dos fluxos de caixa futuros de um investimento divididos pelo seu custo inicial. Em termos mais genéricos, se um projeto tem um VPL positivo, então o valor presente dos fluxos de caixa futuros precisa ser maior que o investimento inicial. O índice de rentabilidade, portanto, será maior do que 1,00, no caso de investimento com VPL

positivo e menor do que 1,00 nos investimentos com VPL negativo. É um método muito parecido com o VPL, entretanto, pode levar a decisões erradas quando é feita comparação de investimentos mutuamente excludentes (Ross, 2000, p.230).

Taxa Interna de Retorno – TIR

É a técnica de análise de orçamentos que iguala o valor presente das entradas ao investimento inicial de um projeto, ou seja, é a taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade seja igualada a zero, que é o ponto de equilíbrio econômico do projeto, não havendo neste ponto criação e nem destruição do valor. Assim, se a TIR for maior que o custo de capital aceita-se o projeto, caso contrário, rejeita-se (Ross, 2000, p.221).

Ross (2000, p.229) elenca as vantagens e desvantagens do método da Taxa Interna de Retorno:

Vantagens:

- Intimamente relacionada com o VPL, geralmente conduzido à mesma decisão;
- Fácil de ser compreendida e comunicada.

Desvantagens:

- Pode apresentar respostas múltiplas, se os fluxos de caixas não forem convencionais;
- Pode levar à decisão errada na comparação de investimentos mutuamente excludentes.

Para projetos com fluxos de caixa convencionais o método de Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno sempre levam à mesma decisão de aceitar ou rejeitar um projeto, mas as diferenças nas suas suposições básicas podem levar a classificações diferentes de projetos (Gitman, 1997, p.335).

A fim de se determinar qual método é melhor torna-se importante visualizar os métodos do VPL e da TIR sob as perspectivas teórica e prática, que são descritas abaixo.

Perspectiva Teórica

O método do VPL, por supor que todas as entradas de caixa intermediárias geradas pelo investimento sejam reinvestidas ao custo do capital da empresa, torna este método com melhor técnica. Como o custo de capital tende a ser uma estimativa razoável da taxa a qual a empresa poderia reinvestir hoje suas entradas

de caixas intermediárias, a utilização do VPL com sua taxa de reinvestimento mais realista é preferível. Já a utilização da TIR supõe um investimento a uma taxa elevada, o que, freqüentemente, não está de acordo com o mercado.

Perspectiva Prática

Os investidores preferem de modo geral trabalhar com indicadores de taxa de retorno do que com valores monetários, uma vez que taxas de juros, medidas de lucratividade e outras são, em geral, expressas como taxas anuais de retorno, assim, o uso da TIR é objeto de comparação e decisão para os investidores, diferentemente do VPL que não mensura os benefícios em relação ao montante investido.

Abaixo, é mostrada a tabela com as técnicas de orçamento de capital utilizadas na prática em empresas americanas:

Tabela 5: Evolução do Payback, TIR, VPL, TIR ou VPL

Técnica/ano	1959	1964	1970	1975	1977	1979	1981
Payback	34%	24%	12%	15%	9%	10%	5%
TIR	19	38	57	37	54	60	65,3
VPL	-	-	-	26	10	14	16,5
TIR ou VPL	19	38	57	63	64	74	81,8

Fonte: Stanley M. T., Block S.R., “A Survey of Multinational Capital Budgeting”, 1984, p.36-51.

Ganho Anual Líquido

O método do Ganho Anual Líquido, GAL, é também conhecido como método do Valor Uniforme Líquido, que consiste na transformação de todos os valores do fluxo de caixa de uma alternativa de investimento em uma série uniforme equivalente. O valor uniforme líquido deste fluxo de caixa é dado pela soma algébrica dos valores uniformes dos recebimentos e desembolsos.

Para cálculo do Ganho Anual Líquido é necessário conhecer o recebimento anualizado e aplicar as técnicas de Fator de Recuperação de Capital, FRC, nos desembolsos a serem realizados, considerando o período e a taxa mínima de atratividade. Assim, o GAL, ou Valor Uniforme Líquido positivo significa que a alternativa de investimento é economicamente interessante, na taxa mínima de atratividade considerada, tornando-se tanto mais atrativa quanto maior for seu valor uniforme líquido, vez que, nestes casos, o valor uniforme dos recebimentos é superior ao valor uniforme do desembolso.

Por outro lado, um Valor Uniforme Líquido negativo significa que o valor uniforme dos desembolsos supera o valor uniforme dos recebimentos, revelando-se, neste caso, que a alternativa de investimento é economicamente inviável, na taxa mínima de atratividade considerada.

Finalmente, quando o Valor Uniforme Líquido é nulo, significa que há uma igualdade entre o valor uniforme dos recebimentos e o valor uniforme dos desembolsos, ambos obtidos com a aplicação de uma taxa mínima de atratividade, tornando-se a alternativa de investimento indiferente do ponto de vista econômico (Procel/Eletróbrás, 1994, p.373).

2.5 – Sistemas de Produção

Conforme Tubino (1999, p.21) a partir da definição da missão corporativa, existem três níveis hierárquicos dentro de uma empresa onde encontram-se estratégias de planejamento:

o nível corporativo, o nível da unidade de negócios e o nível funcional. O nível corporativo define estratégias globais, estratégia corporativa, apontando as áreas de negócios na quais a empresa irá participar, e a organização e distribuição dos recursos para cada uma dessas áreas ao longo do tempo, com decisões que não podem ser descentralizadas. O nível da unidade de negócios é uma subdivisão do nível corporativo, mas no caso da empresa atuar com unidades de negócios semi-autônomas. Cada unidade teria uma estratégia de negócios, também chamada de estratégia competitiva, definindo como seu negócio compete no mercado, o desempenho esperado e as estratégias que deverão ser conduzidas pelas

áreas operacionais para sustentar tal posição. O terceiro nível é o da estratégia funcional. Neste nível estão associados as políticas de operação das diversas áreas funcionais da empresas, consolidando as estratégias corporativa e competitiva.

De acordo com Arnold (1999, p.37) "o plano estratégico de negócios fornece o direcionamento e a coordenação entre os planos de marketing, de produção, financeiro e de engenharia".

- **Marketing:** é responsável por analisar o mercado e decidir qual será a resposta da empresa, os mercados a serem servidos, os produtos fornecidos, os níveis desejados de serviço aos consumidores, o estabelecimento de preços, as estratégias promocionais e assim por diante.
- **Finanças:** é o responsável por decidir as fontes e aplicações de fundos disponíveis para a empresa, o fluxo de caixa, lucros, retorno de investimentos e orçamentos.
- **Produção:** deve satisfazer às demandas do mercado. Desempenha esse papel utilizando-se de plantas, maquinário, equipamentos, força de trabalho e materiais, tão eficiente quanto for possível.
- **Engenharia:** é o responsável pela pesquisa, desenvolvimento e projeto de novos produtos ou modificações nos existentes. A engenharia deve trabalhar em conjunto com marketing e produção para prover projetos de produtos que sejam aceitos pelo mercado e possam ser fabricados do modo mais econômico possível.

O desenvolvimento do plano estratégico de negócios é de responsabilidade da alta administração. Utilizando informações de marketing, de finanças e de produção, o plano estratégico de negócios fornece uma estrutura que estabelece objetivos e metas para planejamento posterior pelas áreas de marketing, finanças, de produção e de engenharia. Cada área produz seus próprios planos para atingir os objetivos estabelecidos no plano estratégico de negócios.

O objetivo da estratégia de produção é fornecer à empresa um conjunto de características produtivas que dêem suporte à obtenção de vantagens competitivas a longo prazo. De uma forma geral, Tubino (1997, p.40) "descreve os principais

critérios de desempenho nos quais a produção deve agir, que podem ser colocados em seis grupos: custo, qualidade, desempenho de entregas, flexibilidade, inovatividade e não agressão ao meio ambiente".

- Custo: produzir bens/serviços a um custo menor que a concorrência;
- Qualidade: produzir bens e serviços com desempenho de qualidade melhor que a concorrência;
- Desempenho de entrega: ter confiabilidade e velocidade nos prazos de entrega dos bens/serviços melhores que a concorrência;
- Flexibilidade: ser capaz de reagir de forma rápida a eventos repentinos e inesperados;
- Inovatividade: capacidade do sistema produtivo introduzir de forma rápida em seu processo produtivo uma nova gama de bens e/ou serviços;
- Não agressão ao meio ambiente: consiste em ter um sistema de produção integrado ao meio ambiente.

Nas decisões relativas à administração da produção, existem três grandes blocos funcionais segundo a natureza das decisões envolvidas:

- Decisões estratégicas;
- Decisões táticas;
- Decisões operacionais.

As decisões estratégicas envolvem algumas questões muito importantes, cuja resposta depende, quase sempre, da aprovação da alta direção da empresa. Essa aprovação é necessária quando algumas decisões tomadas em relação ao planejamento do processo produtivo envolvem risco financeiro, pois irão influenciar na empresa por um prazo relativamente longo, às vezes até mesmo décadas. As decisões não são isoladas e envolvem muito risco, já que instalar determinados processos de produção pode ser muito caro e não se pode mudá-lo da noite para o dia.

Nas decisões táticas o alcance das medidas é, na maioria dos casos, de 1 ano. São decisões tomadas pela média administração e não envolvem, usualmente, riscos financeiros como as decisões estratégicas.

E, finalmente, as decisões operacionais, que são conhecidas como decisões “do dia a dia”, o que não quer dizer que sejam irrelevantes. Em geral, o prazo coberto por essas decisões cobre até algumas semanas e muitas delas são tomadas em nível de supervisão. O risco financeiro incorrido com essas decisões é ainda proporcionalmente menor que as decisões estratégicas e táticas.

Segundo Moreira (1998, p.11) "o sistema de produção pode ser conceituado como um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços". Distinguem-se no sistema de produção alguns elementos constituintes fundamentais, são eles: insumos, processo de conversão, produtos e/ou serviços, sistema de controle e influências e restrições.

- Insumos: são os recursos a serem transformados diretamente em produtos, como as matérias-primas e os recursos que movem o sistema, como mão-de-obra, o capital, as máquinas e equipamentos, as instalações, o conhecimento técnico dos processos, etc.;
- Processo de conversão, em manufatura, muda o formato das matérias-primas ou muda a composição e a forma dos recursos. Em serviços, diferentemente da manufatura, a tecnologia é mais baseada em conhecimento (Know-How) do que em equipamentos;
- Sistema de controle: é a designação genérica que se dá ao conjunto de atividades que visa assegurar que programações sejam cumpridas, que padrões sejam obedecidos, que os recursos sejam usados de forma eficaz e que a qualidade desejada seja obtida;
- Influências e restrições: são as influências que o sistema de produção sofre tanto internamente na empresa, como os departamentos de Marketing, Finanças, Recursos Humanos, etc., como externamente, por exemplo: política fiscal, monetária, energética e cambial. Outra influência externa com forte influência no sistema de produção é a elevada competitividade entre as empresas;

- Produtos e/ou serviços: são os resultados do sistema de produção, é o produto final que se desejou produzir ou a realização do serviço.

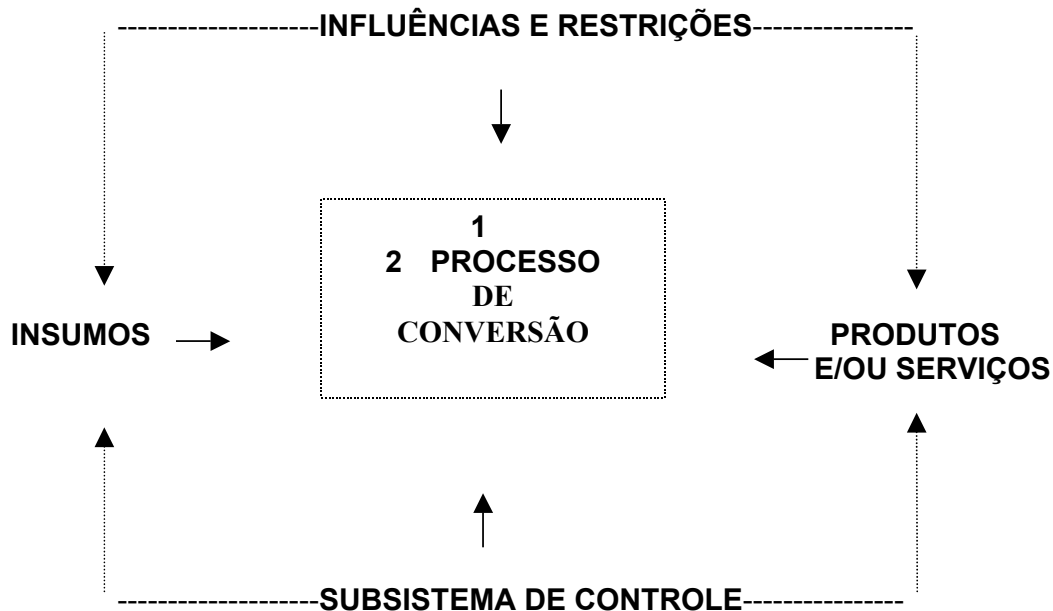


Figura 1: Sistema de Produção

Fonte: Moreira (1998, p.12).

2.5.1 – Classificação dos Sistemas de Produção

A classificação dos sistemas de produção, principalmente em função do fluxo do produto, reveste-se de grande utilidade na classificação de uma grande variedade de técnicas de planejamento e gestão da produção. Tradicionalmente, os sistemas de produção são agrupados em três grandes categorias, segundo Moreira (2000, p.11):

- Sistema de produção contínua ou fluxo em linha;
- Sistema de produção por lotes ou por encomendas (fluxos intermitentes);
- Sistema de produção de projetos sem repetição.

O sistema de produção utilizados nas empresas do setor de mármore e granitos operam sob o sistema de produção intermitentes ou encomendas (fluxo intermitentes).

2.5.1.1 – Sistema de produção intermitente por encomenda

Este é o sistema de produção utilizado nas empresas de mármore e granitos. A produção é feita em lotes. Ao término da fabricação do lote de um produto outros produtos tomam seu lugar nas máquinas. O produto original só voltará a ser produzido depois de algum tempo, caracterizando-se, assim, uma produção intermitente de cada um dos produtos. A mão-de-obra e os equipamentos são, tradicionalmente, organizados em centros de trabalhos por tipo de habilidades dos trabalhadores, operação ou equipamentos, ou seja, os equipamentos e as habilidades dos trabalhadores são agrupadas em conjunto, definindo um tipo de arranjo físico, conhecido como funcional ou por processo. Os equipamentos utilizados são genéricos, ou seja, equipamentos que permitem adaptações dependendo das características das operações que estejam realizando no produto, o que exige uma mão-de-obra mais especializada, devido às constantes mudanças em calibrações, ferramentas e acessórios. Apesar da mão-de-obra mais bem qualificada, há uma perda relativa de tempo nos constantes rearranjos de máquina levando o processo a uma relativa ineficiência.

Quando os clientes apresentam seus próprios projetos de produto, devendo a empresa fabricá-lo segundo essas especificações, temos a chamada produção intermitente por encomenda.

Em comparação com o sistema de produção contínua, ele perde em volume de produção, porém tem maior flexibilidade. Portanto, justifica-se a adoção de um sistema intermitente quando o volume de produção for relativamente baixo. São sistemas comuns no estágio inicial de vida de muitos produtos e, praticamente, obrigatórios para empresas que trabalham com encomendas ou atuam em mercados de reduzidas dimensões.

De acordo com Slack (1996, p.49) "é importante distinguir diferentes operações de transformação de recursos de *input*, matéria prima, em *output*, produtos

acabados de bens e serviços", assim, há quatro medidas importantes para esta distinção:

- Volume de produtos acabados;
- Variedades de produtos acabados;
- Variação da demanda de produto acabados;
- Grau de contato com o consumidor envolvido na produção dos produtos acabados.

Abaixo cita-se as implicações e características das diferenças nas quatro dimensões de operações:

Tabela 6: Características das quatro dimensões de operações.

Volume de produtos acabados:

Alto	Baixo
Alta repetitividade	Baixa repetição
Especialização	Os funcionários participam mais do trabalho.
Sistematização	Menor sistematização
Alto capital investido	Menor capital investido
Custo unitário baixo	Custo unitário alto

Variedades de produtos acabados:

Alta	Baixa
Flexível	Bem definida
Complexo	Rotinizada
Atende às necessidades dos consumidores	Padronizada
Nem sempre é regular	Regular

Custo unitário alto	Baixo custo unitário
---------------------	----------------------

Variação da demanda dos produtos acabados:

Alta	Baixa
Capacidade mutuable	Estável
Antecipação	Rotinizada
Flexibilidade	Previsível
Ajustado com a demanda	Alta utilização
Custo unitário alto	Custo unitário baixo

Grau de contato com o consumidor envolvido na produção dos produtos acabados:

Alto	Baixo
Tolerância de espera limitada	Tempo entre a população e o consumo padronizado
Satisfação definida pela percepção do consumidor	Padronizado
Necessidade de habilidade de contato com o consumidor	Pouca habilidade de contato
A variedade recebida é alta	Alta utilização de funcionários
Descentralizado	Centralização
Custo unitário alto	Custo unitário baixo

2.6 – Gestão Energética

Diante da adoção de estratégia competitiva, voltada para a liderança de custo, face aos fatores que indicam uma tendência ao aumento significativo das tarifas de energia elétrica, num segmento que este insumo tem uma participação considerável nos custos de produção, torna-se imprescindível a implementação de uma rigorosa gestão energética nas indústrias de mármore e granito.

Independente do método adotado, ele sempre deverá ser objetivado nas questões fundamentais, que são:

- Conhecer o consumo de energia elétrica de um maquinário ou área da empresa;
- Contabilizar os consumos de energia elétrica;
- Ter acesso às informações para tomada de decisões;
- Agir de modo a buscar a eficiência energética;
- Estabelecer índices a serem alcançados;
- Monitorar as ações, executando as manutenções necessárias;
- Divulgar resultados alcançados.

O ponto de partida é a realização de uma auditoria energética ou diagnóstico energético, que fornecerá informações que servirão como ponto de partida para o controle e adoção das melhorias, além do estabelecimento de potencial de economia de energia elétrica, não só com recomendações que indicarão a economia em kWh/mês proporcionada, mas também o retorno financeiro, o investimento, o tempo de retorno do investimento.

O modelo de gestão energética implementado na empresa deverá possibilitar que a partir de informações recebidas pela auditoria energética seja desenvolvido um conjunto de ações de controle, associados ao estabelecimento de índices a serem atingidos, que deverão permitir:

- O estabelecimento de procedimentos de medição e controle de grandezas energéticas, da produção e dos processos produtivos;
- O tratamento de informação para produzir os indicadores energéticos convenientes ao método de gestão e ao nível de execução, como sejam, por exemplo, os consumos específicos;
- A quantificação das despesas mensais com energia elétrica, sejam elas por equipamento ou por área;

- A implementação de uma contabilidade energética que permita determinar, para cada centro de custos, a contribuição da energia na formação do custo final do produto;
- O estabelecimento de planos de racionalização dos consumos de energia elétrica, com monitoramento para cumprimento do potencial de economia e indicadores estabelecidos (Ferreira e Ferreira, 1994, p.70).

2.6.1 – Auditoria Energética

A auditoria ou diagnóstico energético consiste, basicamente, numa análise ao conjunto das instalações e equipamentos consumidores de energia, de modo a obter informações sobre os desperdícios e potencial de economia de energia elétrica, com o conseqüente retorno financeiro. Assim, a auditoria energética é um exame crítico da forma de como a energia é utilizada, baseado em registros, medições e históricos de consumo.

Os principais objetivos de uma auditoria energética são:

- Executar uma análise da conta de energia elétrica da indústria, enfocando: a opção tarifária, a demanda contratada e o fator de potência. Sendo a conta de energia elétrica uma síntese do parâmetro de consumo, a análise dela torna-se uma ferramenta importante para a execução de um gerenciamento energético na instalação das indústrias;
- Determinar as formas e o modo de como a energia é utilizada;
- Estabelecer o consumo por processo, operação ou equipamento;
- Estabelecer consumos específicos, relacionando consumo de energia com a produção;
- Identificar os pontos de potencial de uso eficiente de energia;
- Analisar técnica-econômica-financeiramente as soluções encontradas;
- Estabelecer indicadores de consumo de energia elétrica;
- Propor um programa para as ações e investimentos a executar.

A metodologia a ser adotada na elaboração de uma auditoria energética é constituída, basicamente, por quatro fases (Ferreira e Ferreira, 1994, p.77):

- Primeira fase: a preparação da auditoria;
- Segunda fase: a intervenção no local da instalação a auditar;

- Terceira fase: o tratamento da informação recolhida nas duas primeiras fases;
- Quarta fase: a elaboração do relatório da auditoria energética.

2.6.1.1 – Primeira fase: A preparação da auditoria

Esta fase constitui um elemento decisivo na qualidade da auditoria. Normalmente as seguintes tarefas fazem parte desta fase:

- Visita prévia às instalações;
- Coletar informações de histórico de consumo de energia elétrica, demanda de potência e produção.

A visita prévia permite um primeiro contato com a indústria, onde deverá ser analisado o processo produtivo, comparando-o com outras empresas de mesma área de atuação. É também importante verificar a aceitação da auditoria pelos funcionários da produção e manutenção, devido a uma inicial desconfiança quanto a ameaça ao seu posto de trabalho e a validade da auditoria. Estes são importantes na colaboração com informações, de modo que deve haver interesse desses em ajudar a empresa a diminuir os custos com energia elétrica. Segundo (Rezende e Abreu, 2000, p.40)

dentro das empresas, as pessoas formam grupos visando alcançarem seus objetivos e atender a suas necessidades, estabelecendo, assim, uma cultura e um clima organizacional internos. É muito importante a conciliação dos interesses das pessoas com os da empresa, para que ambos sejam bem sucedidos.

A coleta de informações de histórico de consumo de energia elétrica, demanda de potência e produção é importante para a execução de um gerenciamento energético na instalação das indústrias. Dessa coleta de informações um indicador importante é gerado, que é a relação entre consumo de energia elétrica e produção, feito mês a mês, gerando, assim, o consumo específico, que indica a quantidade de energia necessária para cada produto manufaturado (Shoeps, 1994, p.11).

2.6.1.2 – Segunda fase: A intervenção no local da instalação a auditar

A segunda fase consiste na coleta de toda informação necessária ao completo preenchimento das planilhas, de modo que subsidie análise das condições de

utilização de energia, através de análises de conjunto de medições, registros e análises que deverão permitir:

- Caracterizar os equipamentos consumidores de energia elétrica ou uso final;
- Determinar o consumo de energia elétrica em cada equipamento ou setores;
- Conhecer o regime de funcionamento dos maquinários;
- Propor a instalação de aparelhos de medição de grandezas energéticas, em pontos estratégicos;
- Instruir funcionários, in loco, sobre a melhor forma de operação dos equipamentos.

2.6.1.3 – Terceira fase: Tratamento das informações

Após as duas primeiras fases deve-se organizar toda informação recolhida de modo que o tratamento seja de maior precisão. O tratamento das informações deve ser orientado no sentido de produzir um conjunto de sugestões, que ao analisar a atual condição de funcionamento dos equipamentos, estruture uma cadeia de relação de causa e efeito para atingir a estratégia adotada para alcançar o estado final, retornos financeiros com investimentos em conservação de energia, fornecendo subsídios mais seguros para a tomada de decisões em investimentos de ativos, visto que torna explícitas as necessidades da empresa (Chagas, 2000, p.91). Outras informações a serem tratadas nesta etapa são o histórico de consumo de energia elétrica e demanda de potência, que propiciarão análises de opções tarifárias, análise de demanda e consumo específicos, além da geração da matriz energética da empresa, informações estas que subsidiarão tomadas de decisões sobre como identificar os equipamentos que mais consomem energia, bem como analisar seu desempenho e programas diários, semanais e mensais, trazendo resultados mais compensadores, reduzindo seus custos operacionais (CODI, 1994, p.71). Nesta etapa, indicadores e resultados poderão ser constituídos pelos seguintes elementos fundamentais:

- Consumo de energia elétrica da indústria como um todo ou por equipamento de potência significativa;
- Consumo específico por produtos;
- Rendimentos energéticos dos principais equipamentos consumidores;

- Soluções tecnológicas a serem implementadas com o objetivo de produzirem acréscimos na eficiência energética;
- Análises técnico-econômicas de custo-benefício das soluções tecnológicas recomendadas.

2.6.1.4 – Quarta fase: Relatório de auditoria energética

Segundo Ferreira e Ferreira (1994, p.97) "este relatório deverá apresentar toda a informação coletada e tratada de forma organizada e coerente, de modo que o gestor da empresa consiga identificar viabilidade econômica com investimentos em conservação de energia na empresa, e assim obter vantagem competitiva com liderança de custo". Além do texto, faz-se necessário como forma de melhor visualização a apresentação de tabelas, gráficos e fotos, que traduzam a real situação energética da indústria.

2.6.2 – A metodologia da Gestão Energética

Os princípios básicos da gestão energética numa empresa de mármore e granito, pode-se definir como:

- Controle de energia elétrica fornecida;
- Controle de energia elétrica consumida;
- Controle do aumento dos consumos de energia elétrica em quantidade.

O nível de execução das medidas que propiciarão retornos financeiros depende diretamente da equipe designada para implementar as medidas e dos recursos disponíveis para a implementação das mesmas. Num sistema organizado de gestão de energia, existem três níveis de abordagens energéticas:

- **Nível 1** – Abordagem energética global: é o nível primário para o estabelecimento de metas de economia de energia elétrica e para uma análise comparativa nos consumos específicos;
- **Nível 2** - Abordagem energética por setor produtivo: é o nível que permite atuar no interior de cada setor;

- **Nível 3** – Abordagem energética detalhada por processo produtivo: é o nível que atuando no processo produtivo permite ter um controle muito mais fino sobre a eficiência energética da instalação.

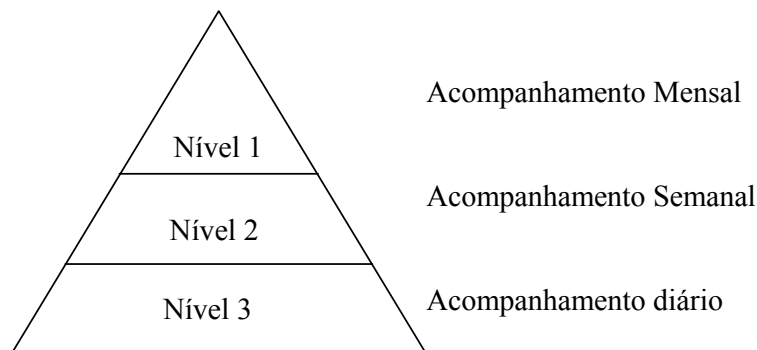


Figura 2: Níveis de atuação do processo de gestão energética

Classificam-se em 4 as fases de atuação do método de gestão de energia:

- **Fase 1** – Coleta de dados: recolha de dados de histórico de consumo e de demanda de potência, bem como a produção do principal produto nos últimos 12 meses, para comparação com padrões de consumo específicos;
- **Fase 2** – Análise de dados: análise dos dados energéticos, para comparação com padrões usuais do setor;
- **Fase 3** – Relatórios: apresentação dos resultados da análise de dados a todos os responsáveis pelo gestão energética;
- **Fase 4** – Ação: implementação das recomendações.

A fase 1 é caracterizada pelo preenchimento da tabela de consumo de energia elétrica bem como dados de produção. O primeiro passo é o acompanhamento do consumo de energia elétrica, de posse das faturas de energia elétrica e dos dados de produção dos últimos 12 meses, deve-se calcular o consumo específico, que é resultado da divisão do consumo mensal de energia elétrica com a produção daquele mês, indicando a quantidade de energia necessária para a fabricação de um determinado produto.

Ao comparar os consumos específicos de atividades semelhantes pode-se observar se o uso eficiente de energia é proporcional ou descobrir que um deles apresenta uma maior eficiência que o outro.

Tabela 7: Consumo Específico de Energia Elétrica

MÊS	CONSUMO Kwh/mês	PRODUÇÃO	CONSUMO ESPECÍFICO
JAN			
FEV			
MAR			
ABR			
MAI			
JUN			
JUL			
AGO			
SET			
OUT			
NOV			
DEZ			

Fonte: (SEBRAE/ES, 2001, p.14)

A fase 2 é caracterizada pelo preenchimento de tabelas baseado no histórico de consumo de energia elétrica e demanda de potência. O primeiro passo é o acompanhamento do consumo de energia elétrica: de posse das faturas de energia elétrica deve-se preencher as tabelas, conforme indicado, de acordo com as modalidade tarifária de cada indústria.

Tabela 8: Histórico para empresas na Tarifa Convencional

MÊS	CONSUMO kWh	DEMANDA (kW)			FATOR DE POTÊNCIA	FATOR DE CARGA
		REGISTR.	CONTRAT.	FATUR.		
Jan						
Fev.						
Mar						
Abr.						
Mai						
Jun						
Jul						
Ago						
Set						
Out						
Nov						
Dez						

Fonte: (SEBRAE/ES, 2001, p.15)

Obs.: Preenche-se esta tabela com os dados de consumo (kWh) e de demanda (KW) retirados das contas de energia elétrica, a partir da última.

- Anotar o consumo mensal de energia indicado em cada conta;
- Verificar em cada conta os valores do fator de potência, anotá-los na tabela, nos meses respectivos;
- Anotar na tabela, para cada mês, os valores das demandas registradas, faturadas e contratadas, quando tiver.

Tabela 9: Histórico para empresas na Tarifa Azul

MÊS/ ANO	CONSUMO (kWh)		DEMANDA (KW)						UFER + UFI	
	PONTA	FORA DE PONTA	PONTA			FORA DE PONTA			PONTA R\$	FORA DE PONTA
			CONT.	REG.	ULTR.	CONT.	REG.	ULTR.		
JAN										
FEV										
MAR										
ABR										
MAI										
JUN										
JUL										
AGO										
SET										
OUT										
NOV										
DEZ										

Fonte: (SEBRAE/ES, 2001, p.16)

- Anotar o consumo mensal de energia indicado em cada conta, para os horários de ponta e fora de ponta;
- Anotar os valores das demandas de ponta e fora de ponta, observando os valores contratados, registrados e as demandas de ultrapassagem, quando existentes;
- Anotar os valores da UFER E UFDR nos horários de ponta e fora de ponta, indicados nas contas mensais, sendo UFER, Unidade de Energia Reativa e UFDR, Unidade de Demanda Reativa relativa ao fator de potência.

Tabela 10: Histórico para empresas na Tarifa Verde

MÊS	CONSUMO (kWh)		DEMANDA (KW)			UFER + UFDR		FATOR DE CARGA
	PONTA	FORA DE PONTA	CONTRAT.	REGISTR.	ULTR.	PONTA R\$	F. DE PONTA R\$	
JAN								
FEV								
MAR								
ABR								
MAI								
JUN								
JUL								
AGO								
SET								
OUT								
NOV								
DEZ								

Fonte: (SEBRAE/ES, 2001, p.18)

- Anote o consumo mensal de energia para os horários de ponta e fora de ponta, indicados nas faturas mensais.

- Anote os valores das demandas registradas e contratadas e as demandas de ultrapassagem indicadas nas faturas.
- Anotar os valores da UFER E UFDR nos horários de ponta e fora de ponta, indicados nas contas mensais, sendo UFER, Unidade de Energia Reativa e UFDR, Unidade de Demanda Reativa relativa ao fator de potência.

Um indicador muito utilizado para verificar se a indústria de mármore e granito está utilizando eficientemente energia é o fator de carga, sendo este um índice que varia de 0 (zero) a 1 (um), mostrando a relação entre o consumo de energia e a demanda de potência, dentro de um determinado espaço de tempo (CODI, 1994, p.76). Apresenta-se, a seguir, as fórmulas de fator de carga por tipo de tarifaço:

A) Tarifaço Convencional

Quando uma indústria de mármore e granito tem sua energia elétrica faturada através do método convencional, por definição, adota-se que o tempo médio mensal em que a energia elétrica fica à disposição é de 24 horas, representando 730 horas por mês. Assim o fator de carga (FC) é calculado pela fórmula a seguir:

$$FC = \frac{\text{Consumo mensal (kWh)}}{730 \times \text{demanda registrada (KW)}}$$

Obs. II: Para empresas em baixa tensão ou condição de optante, os itens demanda e fator de carga não serão preenchidos.

B) Tarifaço Horó-Sazonal (Tarifa Azul)

Quando uma indústria de mármore e granito tem sua energia elétrica faturada através da tarifa horó-sazonal azul, por definição, adota-se que o tempo médio mensal em que a energia elétrica fica à disposição no horário de ponta é de 66 horas, 22 dias multiplicados 3 horas por dia, e no horário fora de ponta o restante do tempo do mês, 664 horas. Assim, o fator de carga para o horário de ponta, Fcp, e para o horário fora de ponta, Fcf, são calculados pelas fórmulas a seguir:

$$a) Fcp = \frac{\text{Consumo no horário de ponta}}{66 \times \text{dem. regist. Horário de ponta}}$$

$$b) \quad F_{CF} = \frac{\text{Consumo no horário fora de ponta}}{664 \times \text{dem. Reg. horário fora de ponta}}$$

C) Tarifação Horo-Sazonal (Tarifa Verde)

Quando uma indústria de mármore e granito tem sua energia elétrica faturada através da tarifa horo-sazonal verde, por definição, adota-se que o tempo médio mensal em que a energia elétrica fica à disposição é de 24 horas, representando 730 horas por ano e o consumo a ser considerado é o somatório do consumo no horário de ponta e fora de ponta. Assim, o fator de carga, FC, é calculado pela fórmula a seguir:

$$c) \quad FC = \frac{\text{Cons. nos horários de ponta} + \text{f. ponta}}{730 \times \text{demanda registrada f. ponta}}$$

Segundo Shoeps (1994, p.16) "é fundamental a escolha dos valores para as demandas a serem contratadas junto às concessionárias de energia elétrica, que devem ser adequados às reais necessidades das indústrias". Esse procedimento deve ser observado tanto quando se faz a opção pelo sistema tarifário, como quando da renovação periódica do contrato. Como a indústria de mármore e granito tem sazonalidade de produção é possível contratar valores de demanda diferenciados para os períodos secos e úmidos.

A importância na fixação de valores adequados de demanda reside em dois pontos importantes da resolução 456, de 29/11/00 (ANEEL, 2000):

- Se houver uma ociosidade de demanda, ou seja, a demanda registrada for menor que a demanda contratada, será faturada a demanda contratada;
- Serão aplicadas demandas de ultrapassagem, caso a demanda registrada ultrapasse em mais de 10% a demanda registrada, neste caso, a tarifa de demanda de ultrapassagem é 200 % mais onerosa que a tarifa de demanda contratada.

Assim, deve-se estabelecer demandas ótimas para contrato junto à concessionária, de forma a evitar a elevação desnecessária dos custos com energia elétrica, de modo a torná-la mais competitiva, pois a posição de baixo custo de um líder no custo traduz-se em retornos mais altos (Porter, 1996, p.11). O importe de demanda representa cerca de 26 % do custo com energia elétrica, sendo este custo,

a curto prazo, considerado fixo, proveniente do contrato de demanda que independe do consumo de energia elétrica, e 74 % é custo variável em função do tempo de funcionamento de uma máquina, ao invés da produção (Bornia, 2000, p.8), ou seja, somente este item, demanda faturada, é de grande participação na fatura de energia elétrica das indústrias de mármore e granitos.

A tabela abaixo possibilita a análise da influência na demanda pela operação dos equipamentos, bem como oferece parâmetros para se efetuar algum tipo de controle.

Para seu preenchimento, basta preparar a tabela, levar-se em conta os horários reais de operação da indústria, e procurar-se anotar os equipamentos a partir daqueles de maior potência, para os de menor. Com a utilização da tabela, identifica-se e visualiza-se cada equipamento existente na indústria, com seu respectivo horário de funcionamento, tornando-se bastante fácil estudar-se eventuais deslocamentos, desligamentos ou simultaneidade de operação, de modo a tentar deslocar picos de demanda e, assim, diminuir a demanda contratada junto à concessionária de energia elétrica.

Tabela 11: Listagem de cargas

[illegible]

Um indicador também muito importante como fator chave de sucesso na liderança de custo é o preço médio de energia elétrica, que é calculada levando-se em consideração os valores do consumo de energia elétrica e da demanda de potência. Por ser um indicador de custo, ou seja, quanto custa o kWh consumido por uma indústria de mármore e granito, é interessante que quanto menor o preço médio, menores os custos de produção que chegam a representar até 30% de uma indústria de mármore e granito.

O preço médio é formado considerando a soma dos importes de consumo de energia elétrica e demanda de potência, dividindo-se o resultado pelo consumo de energia elétrica, a unidade do preço médio é R\$/kWh (Shoepe, 1994, p.76). A fórmula matemática é descrita abaixo:

$$PM = \frac{(\text{importe de consumo total de energia ativa} + \text{importe total de demanda})}{\text{Consumo total de energia ativa}}$$

Já a fase 3 é a fase de apresentação do relatório dos resultados de coleta e tratamento de dados, deve ser executada para todos os responsáveis das diversas áreas da indústria. Este relatório deverá ser encaminhado junto com o relatório gerado na auditoria energética e pode-se inclusive capitular aquele relatório dentro deste. O relatório deve ser sucinto contendo apenas as informações necessárias e utilizar a representação gráfica dos dados e da sua evolução no tempo (Ferreira e Ferreira, p.107, 1994).

E, finalmente, a fase 4 objetiva a ação das medidas recomendadas na fase 3. O primeiro passo é que o relatório seja interpretado pelos responsáveis pelos setores da indústria e que estes participem de acordo com os resultados esperados. Havendo a mobilização e sensibilização das pessoas envolvidas, faz-se necessário a implementação das ações recomendadas de modo que se possibilite alcançar os resultados propostos, com a diminuição de custos com energia elétrica e obter retorno financeiro com o uso eficiente de energia elétrica. Segundo o SEBRAE/MT (1998, p.38) "faz-se ainda necessárias reuniões de manutenção que tem como objetivo manter "acesa a chama" do programa com todos os funcionários no compromisso com a continuidade das atividades em busca do uso eficiente de energia".

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS EMPRESAS DA AMOSTRA

Este capítulo é voltado para detalhar os procedimentos para seleção e classificação das empresas, bem como, a elaboração da matriz de utilização de energia elétrica dos quatro segmentos. Uma vez que a fatura de energia elétrica passa a ser uma ferramenta importante para esta análise, pois possui uma síntese destes parâmetros de consumo, enfocou-se as possibilidade de opções de tarifas diferenciadas de energia elétrica, contratos de demanda ótima, fator de potência, o preço médio de energia elétrica e o potencial de economia de energia elétrica por segmento.

3.1– Características do setor e universo amostral pesquisado.

No estado existem, aproximadamente, 724 empresas de mármore e granito. Este número é de difícil precisão devido ao elevado índice de abertura e fechamento destes estabelecimentos, extratificados em 237 empresas de extração, 217 serrarias, 265 marmorarias e 5 moageiras. No Brasil, o número estimado de empresas é de 5.000, sendo que as maiores reservas de mármore do país encontram-se no Espírito Santo e de granito em Minas Gerais (SINDIROCHAS, 2001, p.06).

A distribuição das empresas por município do estado não é conhecida, porém, estima-se que Cachoeiro de Itapemirim, ES, concentre cerca de 80% das indústrias de processamento. As pedreiras estão espalhadas por todo o Estado, na região norte a predominância são as de granito e na região sul as de mármore.

No universo amostral foram definidas quatro categorias de empresas para cada segmento. De cada segmento foram selecionadas, através do SINDIROCHAS – Sindicato das Empresas de Rochas do Estado do Espírito Santo, quatro empresas para representá-las, mediante vários critérios, tais como:

- ❑ **Consumo de energia elétrica:** escolheu-se empresas com consumo de energia elétrica de acordo com a média do setor;

- ❑ **Porte da empresa:** procurou-se escolher empresas de porte mediano em cada segmento, de modo que as empresas selecionadas representassem efetivamente as empresas do setor;
- ❑ **Localização das empresas:** selecionou-se empresas localizadas não só no sul do estado do ES, mas também no norte;
- ❑ **Anormalidade na fatura de energia elétrica:** através da colaboração da **ESCELSA**, Espírito Santo Centrais Elétricas S.A., selecionou-se empresas com anormalidades na fatura de energia elétrica, sejam elas: Contrato de demanda de potência mal elaborado, possibilidade de optar por tarifas de energia elétrica menos onerosa, cobrança de penalidade por baixo fator de potência e cobrança de tarifa de demanda de ultrapassagem.

Segue abaixo relação das categorias e empresas integrantes do universo amostral do estudo de caso:

1 – Categoria: extração

Empresas:

- ❑ Mineração Capixaba Ltda;
- ❑ Mineração Três Corações Ltda;
- ❑ Ricamar Mineração Ltda;
- ❑ Migramar Mineração Mármore e Granito Ltda;

2 – Categoria: serraria

Empresas:

- ❑ Norte Sul Mineração Ltda;
- ❑ Bonagran Granitos Ltda;
- ❑ Migramar Mineração, Granitos e Mármore Ltda;
- ❑ Degem Indústria e Comércio Ltda;

3 – Categoria: marmoraria

Empresas:

- ❑ Morgamar Mármore e Granitos Industrializados Ltda;
- ❑ Marmoraria Soares Ltda;
- ❑ Gramacap Granitos e Mármore Capixaba Ltda.
- ❑ Versátil Granitos Ltda.

4 – Categoria: moageira

Empresas:

- ❑ Mineração Itália Ltda.

- ❑ Incal – Indústria Nacional de Calcário Ltda.
- ❑ Mocal – Moageira de Minérios Cachoeiro S.A.;
- ❑ Provale Indústria e Comércio S.A.;

Classificação do Setor

Negócio: extração, beneficiamento, acabamento e moagem de rochas;

Setor da economia: primário e secundário;

Ramo de atividade: indústria e comércio de produtos e sub-produtos de rochas.

Principais produtos: blocos, chapas, ladrilhos, piso, soleiras, pias, mesas de mármore e granito, calcário em pedra ou em pó para indústrias metalúrgicas ou para correção de solo;

Produção 2001: Granito: 55.000 m³/mês (blocos)
1.300.000 m²/mês (acabados)

Mármore: 6.000 m³/mês (blocos)
200.000 m²/mês (acabados)

De acordo com o universo amostral, o potencial de economia é variável para cada segmento. A tabela 12 abaixo, apresenta o potencial de economia para cada segmento.

Tabela 12: Potencial de economia de energia elétrica por segmento, 15/02/02.

Segmento	Economia com Análise de Faturas	Economia com Uso Eficiente de Energia	Economia Total
Extração	16,67%	35,0%	51,67%
Serraria	44,5%	19,57%	64,07%
Marmoraria	29,9%	32,41%	62,31%
Moageira	36,74%	19,34%	56,08%

Através dos valores tabelados, originados de pesquisas de campo, nota-se que as empresas de menor porte, marmorarias, tem um menor potencial de economia de energia elétrica. Já as de maior porte, moageiras, tem um maior potencial de economia de energia elétrica, justificável pela maior quantidade de equipamentos elétricos.

3.2 – Matriz de Utilização de Energia Elétrica

Após o levantamento de carga, feito através de pesquisa de campo nas empresas selecionadas, elaborou-se os gráficos mostrados abaixo, que representam o consumo percentual médio de energia elétrica para cada uso final das empresas pesquisadas por segmento.

Segmento: extração.

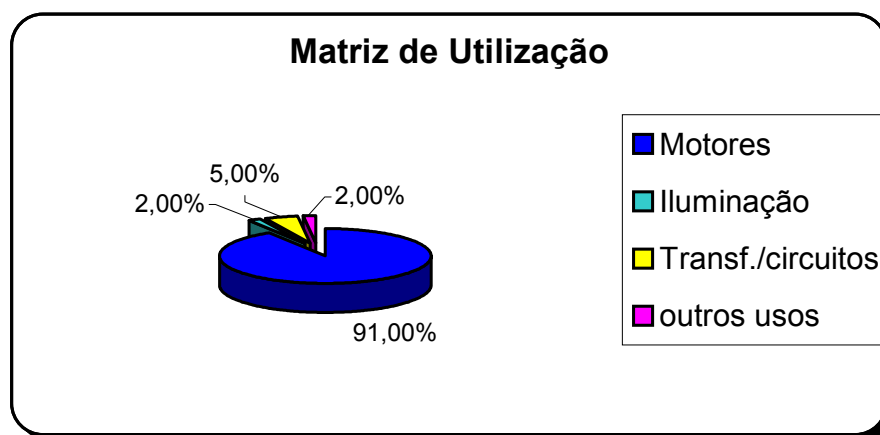


Figura 3: Matriz de utilização de empresas de extração, 15/02/02.

Segmento: serraria.

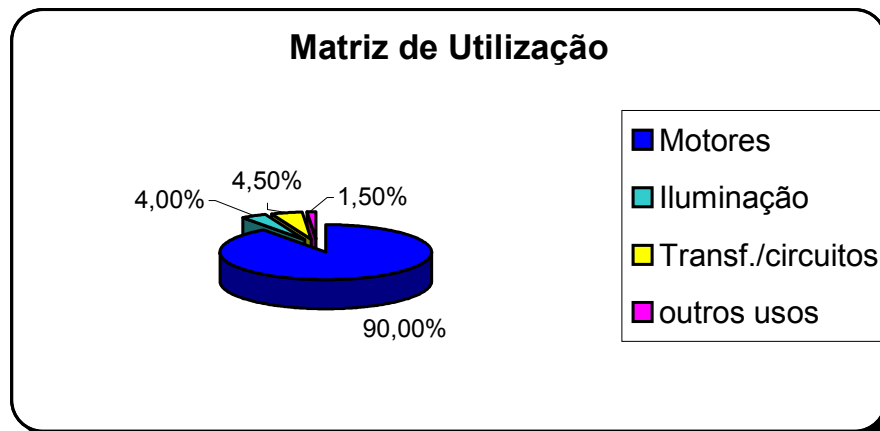


Figura 4: Matriz de utilização de empresas de serraria, 15/02/02.

Segmento: marmoraria.

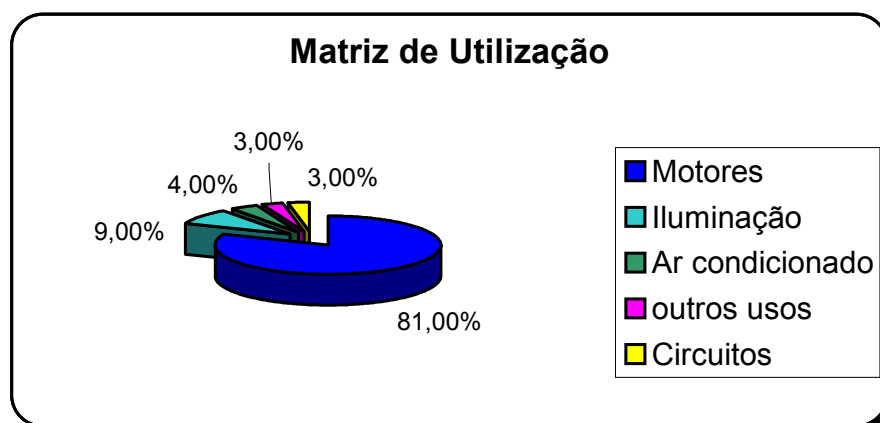


Figura 5: Matriz de utilização de empresas de marmoraria, em 15/02/02.

Segmento: moageira.

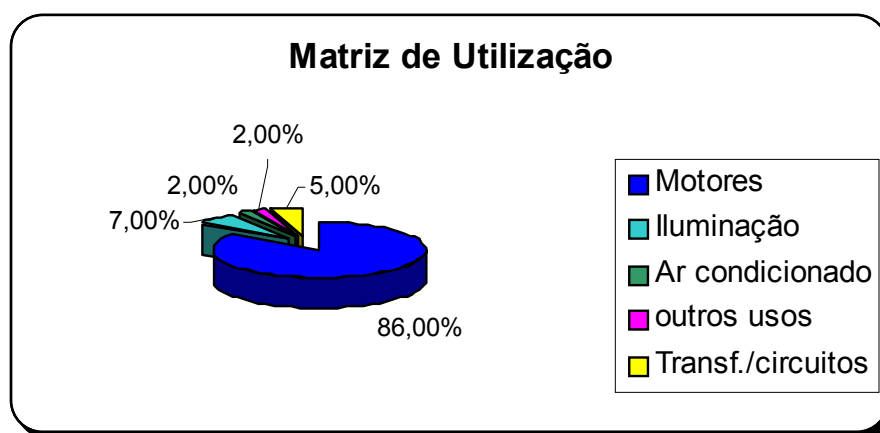


Figura 6: Matriz de utilização de empresas de moagem, em 15/02/02.

Por outros usos entende-se: ventiladores, rádios, televisores, geladeiras, etc.

Ao analisar os gráficos percebe-se que os motores elétricos são os grandes consumidores de energia elétrica das empresas, representando, em alguns casos, mais de 90% do consumo de energia elétrica, seguido do sistema de iluminação, devido aquele ser o principal componente na matriz energética das empresas de mármore e granito, este será detalhado no item 4.4 – Motores.

3.3 – Análise das faturas de energia elétrica

De acordo com o **PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**, (1994, p.71) "a análise, quanto aos parâmetros do consumo de energia elétrica é um ponto determinante indispensável para que haja uma eficiente tomada de decisão, com o intuito de efetivar o melhor uso da energia elétrica".

A conta de energia passa a ser uma ferramenta importante para esta análise, pois possui uma síntese destes parâmetros de consumo. Portanto, a execução de um gerenciamento energético em suas instalações torna-se possível devido a esse fato.

Dentro deste escopo e tomando como referência os dados levantados, elaborou-se análises do comportamento das instalações, contemplando os seguintes itens:

- Opções Tarifárias de Energia Elétrica;
- Demandas;
- Consumo de Energia Elétrica;
- Fator de Potência;
- Fator de Carga;

3.3.1 – Opções contratuais de energia elétrica

As empresas, segundo a **ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica**, (Resolução 456, 2000) são classificadas conforme se segue:

a) Consumidor do grupo B.

Neste grupo classificam-se os consumidores ligados em tensão inferior a 2.300 Volts, que são chamados de baixa tensão (BT), onde a cobrança de energia elétrica é realizada sobre a parcela de energia consumida (consumo) dado em kWh, sendo seu faturamento monômio. Grande parte das marmorarias estão enquadradas nesta tarifa, por serem empresas de menor porte, com potência elétrica instalada menor que 75 kW, não sendo assim obrigadas a montar uma subestação abaixadora de tensão (Resolução 456, 2000).

b) Consumidor do grupo A.

Neste grupo classificam-se os consumidores ligados em tensão superior a 2.300 Volts. Geralmente, as empresas de extração, serrarias e moageiras classificam-se nesta tarifa, chamada de alta tensão (AT), também conhecidos como consumidores do grupo A, sendo faturados pela composição das duas parcelas, de demanda de potência (kW) e consumo de energia elétrica (kWh), também chamado de faturamento binômio, pois tem uma potência elétrica instalada maior que 75 kW (Resolução 456, 2000). Assim essas empresas são obrigadas a montar uma subestação abaixadora de tensão, que faz com que seu fornecimento de energia elétrica seja executado na alta tensão.

O estudo por tarifas divide-se em 02 grupos:

- a) empresas que possuem tarifa binômia, correspondente a demanda de potência e consumo de energia elétrica, consumidor do Grupo A;

- b) empresas que possuem tarifa monômnia, correspondente ao pagamento do importe de consumo de energia elétrica, consumidor do Grupo B.

Definições Importantes:

Segundo a **ANEEL** (Resolução 456, 2000), segue abaixo algumas definições importantes para a análise da fatura de energia elétrica.

Demanda (kW) - A demanda é a média das potências instantâneas solicitadas pela unidade consumidora, integralizada em intervalos de 15 minutos.

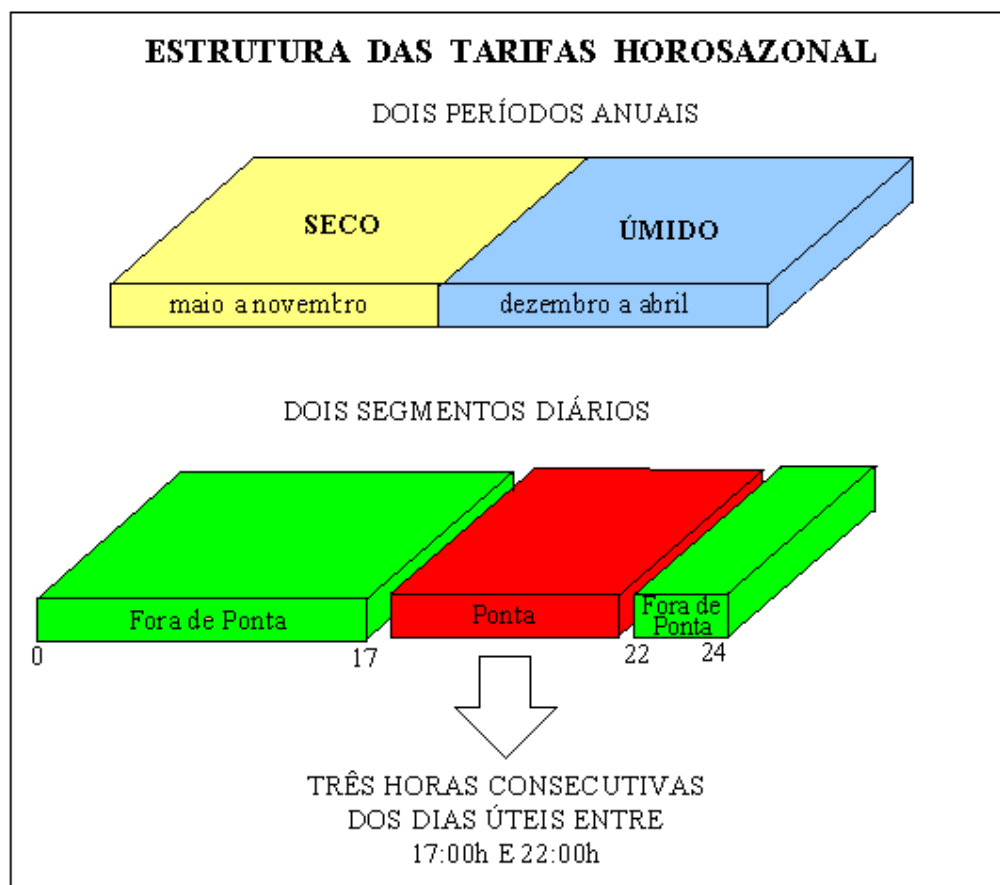
Consumo de energia elétrica (kWh) - É a quantidade de energia elétrica consumida durante um intervalo de tempo, podendo ser interpretada como produto da potência utilizada (kW) pelo número de horas (h), em que a mesma foi solicitada.

Horário de Ponta: É o período de três horas consecutivas, definido pela concessionária de energia elétrica, situado no intervalo entre 17:00 h e 22:00 h, de segunda a sexta-feira, exceto feriados nacionais.

Horário Fora de Ponta: É o conjunto de horas complementares às três horas consecutivas que compõe o horário de ponta, acrescido do total das horas dos sábados, domingos e feriados nacionais.

Período Úmido: É o período de cinco meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras realizadas no mês de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

Período Seco: É composto de sete meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro.



Fonte: (ANEEL, 2000, p. 4)

Figura 7: Estrutura de tarifas horo-sazonal.

3.3.1.1 – Opções tarifárias

As tarifas aplicáveis bem como os contratos de demanda estão sob condições gerais de fornecimento, de acordo com a **ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica**, resolução 456, de 29/11/00.

I - Tarifa Convencional

No sistema tarifário convencional, a demanda é faturada pelo maior dos seguintes valores:

- a) Maior potência demandada, verificada por medição, durante o período de faturamento;
- b) Demanda contratada;

O consumo de energia elétrica faturado é o efetivamente registrado no período.

As tarifas horo-sazonais Azul e Verde foram criadas com a finalidade de deslocar carga do período crítico do sistema, período este chamado de horário de ponta, basicamente estas tarifas oferecem valores mais baixos de importe para o horário fora de ponta e mais onerosos para o horário de ponta.

II - Tarifa Azul

A tarifa azul é aplicada aos consumidores do Grupo A, segundo os seguintes critérios:

a) Aplicação compulsória:

- ⇒ Às empresas atendidas em tensão igual ou superior a 69 KV;
- ⇒ Às empresas atendidas em tensão inferior a 69 kV, com demanda de potência igual ou superior a 300 kW, desde que não façam opção pela tarifa verde.

b) Aplicação Opcional:

- ⇒ Às unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 69 kV com demanda de potência entre 30 kW e 300 kW.

Os valores quanto a demanda de potência são determinados de acordo com a potência utilizada no horário de ponta, e um outro valor com a potência utilizada no horário fora de ponta.

Quanto ao consumo de energia elétrica, a tarifa azul possui valores diferenciados para:

- Consumo no horário de ponta no período úmido;
- Consumo no horário fora de ponta no período úmido;
- Consumo no horário de ponta no período seco;
- Consumo no horário fora de ponta no período seco.

III - Tarifa Verde

A tarifa verde é oferecida, sempre em caráter opcional, aos consumidores atendidos em tensão inferior a 69 kV, com demanda a partir de 30 kW.

Tem valor único de demanda de potência e valores diferenciados para consumo de energia elétrica, como segue:

- Consumo na ponta no período úmido;
- Consumo fora de ponta no período úmido;

- Consumo na ponta no período seco;
- Consumo fora de ponta no período seco.

Como foi enfocado, a empresa atendida em alta tensão, Grupo A, com demanda superior a 30 kW, pode escolher por uma tarifa horo-sazonal, tarifa azul ou verde. Como a maior parte das empresas de extração, serrarias e moageiras são atendidas na alta tensão, tal opção somente é possível desde que a empresa contrate no mínimo 30 kW. As empresas ligadas na baixa tensão só poderão fazer tal opção caso optem para o Grupo A (Alta Tensão), desde que montem subestações abaixadoras de energia elétrica.

3.3.1.2 - Análise de demanda

Com vigência da Resolução 456, de 29/11/00, da **ANEEL**, todas as empresas que tarifadas no grupo A devem elaborar um contrato de demanda com a Concessionária. Atualmente, somente as empresas de extração e moageiras que estão enquadradas na Tarifa Horo-Sazonal têm contrato de demanda.

De modo geral, verificou-se que estas empresas não tem problemas com demanda de ultrapassagem, de forma que a demanda registrada, geralmente, é menor que a demanda contratada junto à concessionária, podendo em até alguns casos solicitar a esta uma redução da demanda contratada no contrato de fornecimento.

Porém, antes de alterar o contrato de demanda, é importante que a empresa faça uma análise minuciosa para detectar qual o motivo real da variação de demanda registrada. Cita-se abaixo algumas das possíveis causas que levam à diminuição da demanda registrada:

- Má utilização dos equipamentos;
- A utilização dos equipamentos depende dos meses do ano;
- Desativação de algumas cargas devido à queda nas vendas e, consequentemente, na produção da empresa.

Esta análise é de suma importância porque muitas vezes a diminuição de demanda foi transitória, de modo que quando a demanda voltar ao valor normal de registro, e o empresário tiver solicitado à concessionária a redução de sua demanda contratada, a empresa muito possivelmente pagará multa por demanda de ultrapassagem, e como esta é 200 % mais onerosa que a tarifa normal de demanda,

haverá um aumento substancial na conta de energia elétrica, por isso é importante que a empresa não ultrapasse em 10 % a demanda contratada.

A seguir mostra-se uma forma eficiente e rápida para se calcular a demanda.

Cálculo de demanda:

Passo 1: Anote todos os valores de demanda registrados nos últimos 12 meses de sua conta;

Passo 2: Some todos os valores e divida o resultado por 12;

Passo 3: Multiplique o resultado por 1,1, de forma a ter uma diferença entre a demanda contratada e a demanda registrada;

Além desta pequena “folga” descrita no passo 3, também existe uma “folga” de 10% sobre a demanda contratada que a empresa pode registrar para não ser cobrado a demanda de ultrapassagem.

Outro ponto muito importante a ser destacado é a ociosidade de demanda, assim deve-se considerar para o cálculo de demanda ótima os valores médios dos últimos 12 ciclos de medição, descartando os valores elevados que foram atípicos em função de peculiaridades da empresa.

Existe também o grupo que está enquadrado na Tarifa Convencional, Grupo A, que ainda não tem contrato de demanda com a concessionária de energia elétrica, como as serrarias, porém o contrato deverá ser elaborado, em função da Resolução 456, de 29/11/00. Os passos para a determinação da demanda contratada são os mesmos explicado acima. Entretanto, abaixo são citados algumas recomendações de modo que a demanda contratada não fique demasiadamente elevada:

- Para as empresas que executam a manutenção de todos os teares simultaneamente, a manobra a ser feita será parar o primeiro tear, e quando este estiver pronto, desligar o segundo tear e só depois de feito isso ligar o primeiro tear parado, quando o segundo tear estiver pronto desligar o terceiro, e também só depois de ter desligado o terceiro ligará o segundo, e assim sequencialmente.
- Não partir em hipótese nenhuma 2 (dois) ou mais teares juntos tanto dentro quanto fora do horário de ponta, esperar pelo menos 5 (cinco) minutos de intervalo entre uma partida e outra.

A tabela 13 possibilita uma análise da influência das principais cargas na formação da demanda máxima durante o dia, bem como oferece parâmetros para efetuar algum tipo de controle.

SETOR	QT.	EQUIPAM.	POT.	HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO																							
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Tabela 13: Controle das principais cargas por horário.

Para seu preenchimento basta preparar a tabela levando-se em conta os horários reais de operação da empresa, procurando anotar os equipamentos a partir daqueles de maior potência para os de menor. Na quadrícula dos horários, basta preencher com um símbolo qualquer, visto que o valor da potência já está anotado em separado. Os equipamentos deverão ser relacionados um a um.

A partir do preenchimento desta tabela será possível identificar e visualizar cada equipamento existente na empresa e o seu respectivo horário de funcionamento, tornando-se possível verificar eventuais deslocamentos, desligamentos ou simultaneidades de operação, de modo a tentar deslocar os picos de demanda, principalmente, no horário de ponta.

A alta administração poderá estudar se vale a pena adotar um deslocamento da jornada de trabalho no período de ponta, e se esta alteração proporcionará redução do pico de demanda e contribuirá para uma redução significativa do consumo de energia elétrica neste horário.

A seguir, mostra-se os gráficos 05, 06, 07 e 08, originados de pesquisas de campo nas empresas do universo amostral, com os valores médios de especificações de faturamento para cada tipo de empresa.

Segmento: extração

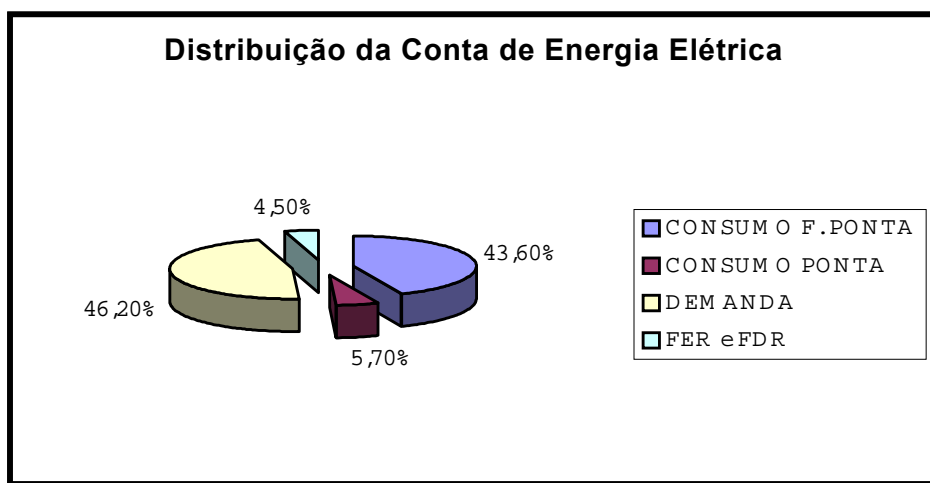


Figura 8: Distribuição da conta de energia de empresas de extração em 15/02/02.

Segmento: serraria

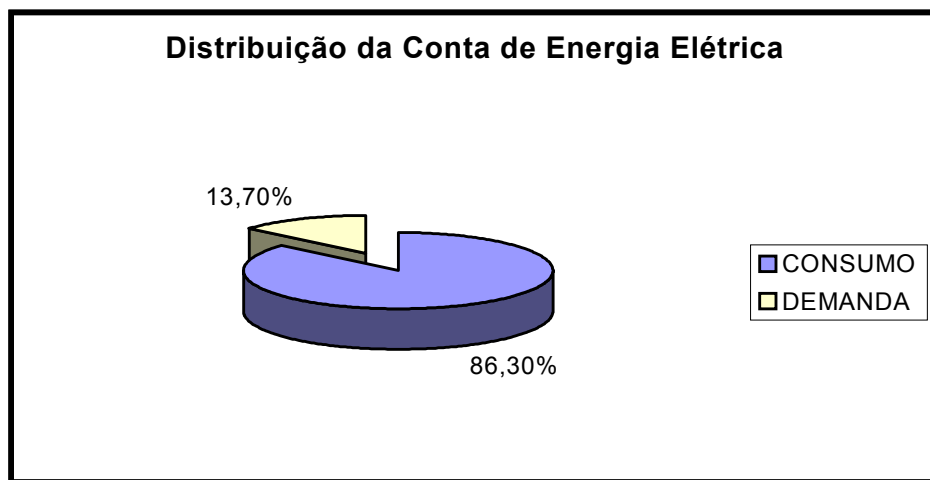


Figura 9: Distribuição da conta de energia de serrarias, em 15/02/02.

Segmento: marmoraria

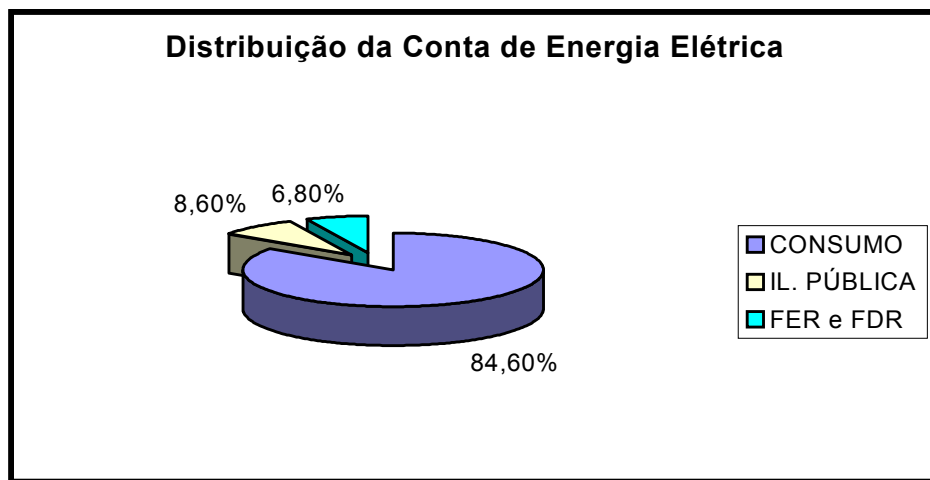


Figura 10: Distribuição da conta de energia de marmorarias, em 15/02/02.

Segmento: moagem

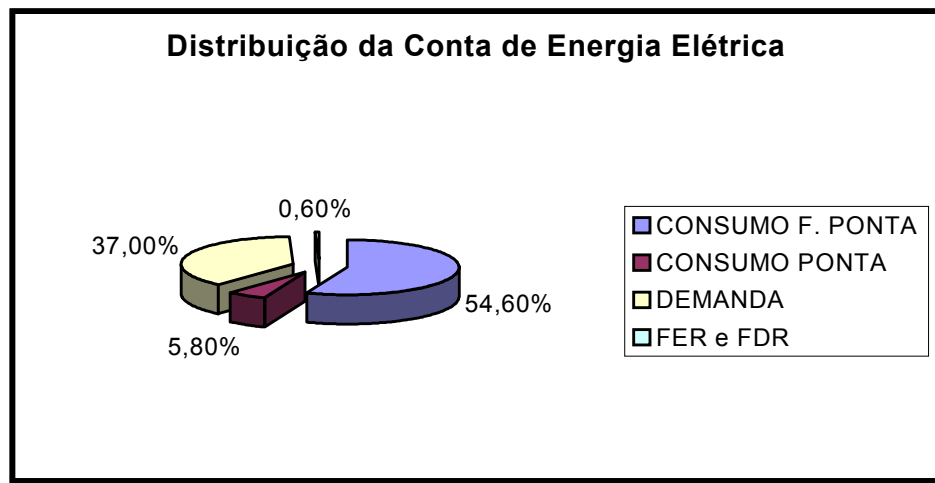


Figura 11: Distribuição da conta de energia de moageiras, 15/02/02.

Controle de Demanda

A demanda de potência representa um valor considerável nas despesas com energia elétrica, principalmente, nas empresas de extração e moagem conforme gráficos 05 e 08. Por outro lado, uma empresa faturada por tarifa horo-sazonal tem que operar de tal forma que a demanda solicitada situe-se dentro de uma estreita faixa, para que a demanda contratada seja bem aproveitada, bem como não ultrapasse a tolerância prevista em contrato. Para atender a essas duas condições a demanda de potência deve ser supervisionada e controlada.

Como a energia elétrica é medida em kWh e quinze minutos representam um quarto de uma hora, a demanda de potência solicitada em um determinado intervalo de quinze minutos, é numericamente igual ao consumo de energia elétrica neste intervalo multiplicado por quatro. Se, por exemplo o consumo de energia elétrica, em 15 minutos for de 100 kWh, a demanda de potência solicitada neste intervalo será igual a 400 kW. Por este motivo, para medir as demandas de potência a cada 15 minutos a concessionária de energia elétrica mede a energia consumida neste período de tempo.

As formas mais usuais para se controlar a demanda é a programação de cargas elétricas e controladores automáticos de demanda.

Por programação de cargas elétricas entende-se um planejamento rígido de funcionamentos elétricos de uma unidade industrial, procurando escalonar o seu funcionamento ao longo da jornada de trabalho. É interessante que a empresa trabalhe com uma demanda ótima, para que sua conta não seja onerada por uma demanda contratada excessiva ou por demanda de ultrapassagem. A tabela 14 supra citada, permite a visualização dos equipamentos com horário de utilização, oferecendo parâmetros para efetuar algum tipo de controle.

Controlar automaticamente a demanda de potência de uma empresa de mármore e granito significa supervisionar, através de um sistema automático, as potências médias de 15 minutos solicitadas do sistema elétrico da concessionária, de tal forma que estas não ultrapassem um valor pré determinado como ideal, desligando as cargas elétricas selecionadas, quando necessário.

Atualmente, existem no mercado aparelhos controladores de demanda de diversos tipos, desde os mais simples aos mais sofisticados, que além de controlarem a demanda, desempenham outras funções de controle e supervisão. Portanto, antes de se definir qual aparelho controlador deve ser instalado em uma empresa, é fundamental que seja elaborado um projeto para se verificar o tipo mais conveniente.

3.3.1.3 - Análise do consumo de energia elétrica

De modo geral, de todas as empresas pesquisadas nos 4 segmentos, verificou-se que o consumo de energia elétrica é variável, porém esta variação está ligada à oscilação na produção da empresa ao longo do ano, ou seja, depende da solicitação de mercado, ou seja, vendas. Geralmente, os meses de baixo consumo verificado são janeiro, junho e julho. Pesquisa junto ao setor verificou que o motivo da diminuição de vendas em janeiro são as férias de clientes e falta de recursos financeiros destes, em função de seus compromissos de final de ano e a diminuição nos meses de junho e julho refere-se à proximidade da Feira Internacional de Mármore e Granito que tradicionalmente acontece no mês de agosto, na qual os clientes esperam obter durante a feira condições comerciais mais favoráveis, com isso a demanda por produtos nos meses de junho e julho, e conseqüentemente, o consumo de energia elétrica diminui, chegando em algumas empresas numa diminuição de até 30%. Na tabela 14, informa-se o consumo específico por segmento pesquisado, de acordo com pesquisa de campo.

Tabela 14: Consumo específico de energia elétrica por produção, em 15/02/02.

Segmento	Consumo Específico
Extração	42,02 kWh / bloco
Serraria	7,07 kWh/ m²
Moageira	26,42 kWh/ ton.

O ramo de marmoraria não integra a tabela em função dos diversos produtos fabricados das mais diferentes dimensões, entre os principais produtos podemos destacar: pias, pisos, soleiras, box, peitoril e túmulo. De modo que fica de difícil mensuração o consumo específico deste tipo de empresa.

De acordo com o universo amostral, o potencial de economia é variável para cada segmento de produção. A tabela 15 apresenta o potencial de economia para cada segmento, originados pela pesquisa de campo.

Tabela 15: Potencial de economia de energia elétrica por segmento, em 15/02/02.

Segmento	Economia com Análise de Faturas	Economia com Uso Eficiente de Energia	Economia Total
Extração	16,67%	35,0%	51,67%
Serraria	44,5%	19,57%	64,07%
Marmoraria	29,9%	32,41%	62,31%
Moageira	36,74%	19,34%	56,08%

De acordo com esperado, as empresas de maior porte, segmento de extração e moageiras, tem um menor potencial de economia de energia elétrica, devido a algumas ações já implementadas, já as de menor porte, marmoraria, tem um potencial de economia de energia elétrico mais significativo, com média de 62,31 %.

Abaixo apresenta-se o preço médio de energia elétrica para os segmentos. Valor este correspondente aos preços médios das empresas do universo amostral, de acordo com pesquisa de campo.

Tabela 16: Preço médio de energia elétrica por segmento, em 15/02/02.

Segmento	Consumo Específico
Extração	0,14 R\$/kWh
Serraria	0,12 R\$/kWh
Marmoraria	0,18 R\$/kWh
Moageira	0,12 R\$/kWh

As marmorarias por ser de menor porte, e, geralmente, tarifadas no Grupo B, tem um valor de tarifa de consumo de energia elétrica mais elevado quando comparado aos demais segmentos.

3.3.1.4 - Análise do fator de potência

O fator de potência (FP) é um índice que merece uma atenção especial. A energia elétrica utilizada nos equipamentos de uma empresa de mármore e granito é consumida de duas formas distintas: a energia ativa e a energia reativa.

A parcela reativa forma o campo magnético necessário para que os motores possam girar, enquanto a energia ativa é a que realmente executa o movimento do motor, produzindo trabalho.

Da composição das energias ativa (kWh) e reativa (kVAh) resulta a energia aparente ou total (kVAh). O consumidor paga na conta de energia elétrica diretamente pela energia ativa e indiretamente, através de FP, pela energia reativa. Todo equipamento que exija uma energia reativa elevada acaba causando um baixo fator de potência. Como em uma indústria de mármore e granito a principal carga elétrica são os motores, e estes são grandes consumidores de energia reativa, estas empresas tem que instalar bancos de capacitores para eliminar o baixo fator de potência.

Assim, o FP indica quanto da energia solicitada (energia aparente) está sendo realmente usada de forma útil (energia medida), podendo assumir valores de 0 a 1 (0 a 100%). Um fator de potência igual a 1 indica que toda energia recebida é transformada em energia útil. A legislação, através da portaria do DNAEE nº. 1569, de 23/12/93, determina que o FP deve ser mantido o mais próximo possível da unidade, permitindo um valor de referência de 0,92.

Conseqüências do baixo Fator de Potência para a Instalação.

Uma instalação de mármore e granito operando com baixo fator de potência apresenta os seguintes inconvenientes:

- Sobrecarga da instalação, danificando-a ou gerando desgaste prematuro;
- Aumento do desgaste nos dispositivos de proteção e manobra da instalação elétrica;
- Aumento do investimento em condutores e equipamentos elétricos submetidos à limitação térmica de corrente;
- Saturação da capacidade das instalações, impedindo a ligação de novas cargas;
- Aumento do valor da conta de energia elétrica, devido ao faturamento da energia reativa excedente;
- Funcionamento dos equipamentos com menor rendimento.

Correção do Baixo Fator de Potência

Para corrigir o baixo fator de potência deve-se analisar as causas que levam à utilização excessiva de energia reativa. A eliminação dessas causas passa pela racionalização do uso de equipamentos, ou seja, redimensionar equipamentos superdimensionados, redistribuir cargas pelos diversos circuitos, etc., podendo, eventualmente, solucionar o problema de excesso de reativo nas instalações.

A partir destas providências, uma forma de reduzir a circulação de energia reativa pelo sistema elétrico consiste em produzi-la o mais próximo possível da carga, utilizando capacitores.

Instalando-se capacitores junto às cargas indutivas, a circulação de energia reativa fica limitada a estes equipamentos. Na prática, a energia reativa passa a ser fornecida pelos capacitores, liberando parte da capacidade do sistema elétrico e das instalações da unidade consumidora. Isso é comumente chamado de “compensação de energia reativa”. Existem várias formas de se instalar o capacitor. Para cada empresa, deve-se fazer uma análise para determinar a forma de instalação mais adequada, entre as quais podemos citar:

- ◆ **Compensação individual:**

Os capacitores são instalados junto ao equipamento;

- ◆ **Compensação por grupo de cargas:**

Os capacitores são instalados para compensar um setor ou um conjunto de máquinas;

◆ Compensação geral:

Os capacitores são instalados na saída do transformador, no quadro de distribuição geral ou na chave geral de chegada no padrão de medição.

◆ Compensação na entrada de energia em alta tensão (AT):

Os capacitores são instalados na alta tensão, antes da chegada ao transformador;

◆ Compensação com regulação automática:

Nas formas de compensação geral e por grupos de equipamentos, é usual utilizar-se uma solução em que capacitores são agrupados por bancos controláveis individualmente. Um relê varimétrico, sensível às variações de energia reativa, comanda automaticamente a operação dos capacitores necessários à obtenção do fator de potência desejado.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Neste capítulo são realizadas as análises de viabilidade econômica, através do estudo de caso, conforme pesquisa de campo da situação energética encontrada nas 16 empresas, do universo amostral, e propostas de melhorias, de modo que, as empresas invistam em projetos que tenham viabilidade econômica, originados de investimentos em Conservação de Energia.

4.1 - Opção tarifária

Primeiro Grupo: Empresas de Tarifa Binômia – Alta Tensão: Grupo A

Neste grupo estão enquadradas as empresas de extração, serraria e moageiras. A legislação de energia elétrica permite estas empresas a optarem pelas tarifas Horo-Sazonal (Verde ou Azul) ou de baixa tensão, conforme estabelecido na Resolução 456, de 29/11/00, **ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica**.

Todas as empresas do universo amostral da área de extração já estão enquadrados na Tarifa Horo-Sazonal, especificamente a Tarifa Verde. Com base nas informações levantadas e nos valores médios registrados na conta de energia elétrica nos últimos meses, pode-se observar que é atraente economicamente a permanência destas empresas na tarifa Horo-Sazonal Verde, em função destas empresas encerrarem suas atividades produtivas antes do início do horário de ponta, de modo que estas só utilizam energia elétrica em seu processo industrial fora do horário de ponta, ou seja, com a tarifa menos onerosa, devido à necessidade de muita iluminação e do risco que exige a extração de blocos, que tem como sistema de produção, um processo não padronizado, caracterizado por um processo repetitivo em lote, porém com lote unitário, um bloco por vez. Muitas vezes, dependendo do tipo de material a ser extraído, o sistema de produção é sob encomenda, o que confere elevada ociosidade para a indústria, de forma que

esta consegue programar a produção para o horário fora de ponta (Tubino, 1997, p.29).

Veja abaixo a descrição de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, que mostra o ônus com energia elétrica das empresas do segmento de extração, histórico este obtido através de faturas de energia elétrica das empresas.

Tabela 17: Descrição dos importes de energia elétrica - segmento extração, 15/02/02.

Descritivo	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Consumo Hor. Ponta	279 kWh	485 kWh	180 kWh	390 kWh
Consumo Hor. F. Ponta	26.000 kWh	58.500 kWh	4.850 kWh	52.000 kWh
Demanda Hor. De Ponta	30 kW	60 kW	10 kW	50 kW
Demanda Hor. Fora de Potência	105 kW	208 kW	44 kW	201 kW
Importe Tarifa Convencional	R\$ 5.281,53	R\$ 11.556,55	R\$ 1.268,43	R\$ 10.439,57
Importe THS Verde	R\$ 3.549,42	R\$ 7.596,05	R\$ 1.003,15	R\$ 6.870,84
Importe THS Azul	R\$ 4.221,86	R\$ 8.989,07	R\$ 1.169,93	R\$ 8.041,03
Diferença THS Verde e Convencional	R\$ 1.732,11	R\$ 3.960,50	R\$ 265,28	R\$ 3.568,73

Nas serrarias pode-se perceber que 75% das empresas pesquisadas estão enquadradas na Tarifa Convencional e 25 % na Tarifa Horó-Sazonal Verde. Todas as empresas pesquisadas representam muito bem o setor, uma vez que todas tem 2 teares, que é a média de quantidade de teares por empresa. De modo geral, como estas empresas não param os teares durante o horário de ponta, a Tarifa Horó-Sazonal não é vantajosa, porém, se paradas para manutenção puderem ser programadas para o horário de ponta ou por questão de aspectos comerciais a empresa puder parar os teares neste horário, há um retorno financeiro significativo com a mudança de grupo tarifário. Como o sistema de produção para este segmento é o repetitivo em lote, torna-se mais fácil a adoção de procedimentos de modo que a empresa não opere no horário de ponta, daí percebe-se que a ociosidade nas serrarias é muito menor que nas empresas de extração, fato este justificado pela sistema de produção repetitivo em lote.

Veja a tabela a seguir, que representa a situação média das empresas:

Tabela 18: Comparação da tarifa convencional com tarifa horó-sazonal verde, em serrarias, em 15/02/02.

Teares Parados Horário Ponta	Importe da Tarifa Convencional	Importe da Tarifa Horosazonal	Diferença em Reais	Diferença em %
Nenhum	R\$ 3.584,17	R\$ 3.870,90	- R\$ 286,73	-8%
01	R\$ 3.584,17	R\$ 2.976,30	R\$ 607,87	17%
Todos (02)	R\$ 3.584,17	R\$ 2.187,78	R\$ 1.396,39	39%

Fonte: MARKIV, 1994.

Portanto, a opção pela Tarifa Horó-Sazonal só é economicamente viável quando pode-se parar pelo menos 1 tear no horário de ponta. Quando pode-se parar os 2 teares a tarifa a ser contratada será a Tarifa Horó-Sazonal Verde.

Como esta medida é administrativa, ou seja, não exige investimento, uma vez que a mudança de grupo tarifária é celebrada entre a concessionária de energia elétrica e a empresa, não havendo ônus para as mesmas, o ganho, para a empresa que pode parar um tear no horário de ponta é R\$ 6.617,97, já para as empresas que têm possibilidade de parar os 2 teares no horário de ponta o ganho é de R\$ 15.202,71. Foi considerado o período de 12 meses, ou seja, um ciclo de faturamento de energia elétrica e o custo de capital de 20,0% a.a., incluso inflação, que é a taxa praticada no setor para as empresas de mármore e granitos, ou taxa equivalente mensal de 1,53% a.m. , de acordo com pesquisa entre 1996 e 1999 (Oliveira, 2001). Para determinação foi utilizado a ponderação do custo de cada fonte de financiamento por sua proporção na estrutura-meta de capital da empresa, assim pode-se obter um custo médio ponderado de capital que refletiu o inter-relacionamento das decisões de financiamento. O custo de capital de 20% a.a., corresponde a um mix de 50%-50% do capital de terceiros, 24% a.a. e capital próprio, 16% a.a.. Assim, o custo de capital corresponde a taxa de retorno que a empresa precisa obter sobre os seus projetos de investimentos para manter o valor de mercado de suas ações e atrair os recursos necessários para a empresa. Assim, como há ganho este projeto deve ser aceito (Gitman, 1997, p.330).

Na mesma situação das empresas de extração, encontram-se as moageiras, classificadas na Tarifa Horo-Sazonal Verde, pois estas empresas podem programar sua produção para não funcionar no horário de ponta. Somente uma moageira não está classificada nesta tarifa, pois o empresário não conhecia a estrutura tarifária horo-sazonal verde. Como a demanda média registrada é de 33 kW há uma possibilidade de economia de 35% na fatura de energia elétrica.

Tabela 19: Comparação da tarifa convencional com tarifa horo-sazonal verde - segmento de moagem, em 15/02/02.

Descritivo	Importe da Tarifa	Importe da Tarifa	Diferença em Reais	Diferença em %
------------	-------------------	-------------------	--------------------	----------------

	Convencional	Horosazonal		
Importe de energia elétrica	R\$ 1.846,50	R\$ 1.200,23	R\$ 646,27	35%

Fonte: MARKIV, 1994.

Assim como no segmento de serraria esta medida é administrativa, ou seja, não exige investimento, não havendo ônus para a concessionária de energia elétrica nem para a empresa. O Valor Presente Líquido, VPL, com a empresa tarifada na tarifa horo-sazonal verde é de R\$ 7.036,04. Foi considerado o período de 12 meses, ou seja, um ciclo de faturamento de energia elétrica, e o custo de capital é de 20% a.a. para as empresas de mármore e granito. Assim como o VPL é maior que zero, este projeto deve ser aceito (Gitman, 1997, p.330).

O sistema produtivo nas empresas que estão no segmento de moagem é o repetitivo em lote, em função da média demanda que o mercado solicita, assim, a ociosidade é relativamente pequena, como também há um relativo aumento de automatização do processo, com conseqüente aumento de produtividade.

Segundo Grupo: Empresas de Tarifa Monômnia – Baixa Tensão: Grupo B

Neste grupo, estão enquadradas as marmorarias. Verificou-se que as empresas deste grupo estão classificadas em várias tarifas: 1 empresa está tarifada no Grupo A, na tarifa convencional, 1 empresa está na Tarifa Horosazonal Verde, pois tem suas atividades produtivas encerradas no horário de ponta, e; 2 estão na tarifa de baixa tensão.

De modo geral, recomenda-se a opção pela tarifa convencional de alta tensão, Grupo A, seja implementada somente quando o consumo da empresa for superior a 5000 kWh/mês, caso contrário, recomenda-se que a empresa continue tarifada no grupo B, também é importante ressaltar que a viabilidade da mudança do Grupo B para o Grupo A, vai depender da demanda máxima verificada. Nas 2 marmorarias que estão na tarifa de baixa tensão, Grupo B, o consumo de energia elétrica de uma delas é muito baixo, portanto não há viabilidade econômica para

mudança de tarifa. Entretanto, a segunda empresa tem um consumo médio de 8200 kWh/mês e tem um retorno financeiro por optar pelas tarifas menos onerosas do Grupo A.

Tabela 20: Situação de consumo de energia elétrica - segmento marmoraria.

Grupo Tarifário	Consumo	Demanda
Grupo B	8.200 kWh/mês	-
Grupo A	8.200 kWh/mês	33 kW

Tabela 21: Comparação tarifa convencional Grupo A com Grupo B.

Descritivo	Importe da Tarifa Grupo B	Importe da Tarifa Grupo A	Diferença em Reais	Diferença em %	Investimento
Importe de energia elétrica	R\$ 2.353,25	R\$ 1.650,55	R\$ 702,70	29,9%	R\$ 6.000,00

Assim, o Valor Presente Líquido, VPL, da empresa ao ser tarifada na tarifa convencional, Grupo A, é de R\$ 32.502,15, considerando um período de 10 anos e o custo de capital para empresas de mármore e granitos foi de 20% a.a.. O método do Pay-back mostra que com 9 meses a empresa recuperou seu investimento inicial. Já através do método da Taxa Interna de Retorno, TIR, é de 11,7% a.m., considerando um período de 10 anos. Existe ainda a possibilidade do cálculo do Ganho Anual Líquido, considerando o Fator de Recuperação de Capital, FRC, uma vez que a vida útil do transformador, que corresponde ao investimento, é de 10 anos para este tipo de empresa, assim, o FRC, considerando um período de 10 anos e o custo de capital de 20,0% a.a. é de 0,2385, considerando uma economia mensal de R\$ 702,70 e o investimento de R\$ 6.000,00 para montagem do padrão de energia em alta tensão, o GAL, ganho anual líquido, é de R\$ 7.001,40. De modo que o GAL e o VPL deram positivo, a TIR resultou numa taxa

maior que o custo do capital e o método do Pay-back apresentou uma recuperação do investimento num curto tempo, mostra que altamente viável esta empresa investir numa montagem de uma subestação abaixadora de tensão, de modo a obter retorno financeiro neste investimento.

As marmorarias são empresas que trabalham com sistema de produção por encomenda, assim os produtos somente começam a ser produzidos depois que há uma solicitação do mercado. Há uma grande influência da mão-de-obra no processo produtivo, além da grande polivalência dos funcionários da área produtiva, em geral, existe uma elevada ociosidade, que deve ser compensada com a produção de produtos padrão, do qual fazem parte, em sua maioria os produtos sob encomenda.

Seguem abaixo recomendações de tarifas de acordo com as condições de demanda de potência e consumo de energia elétrica do segmento de marmoraria.

Tabela 22: Tarifa recomendada por faixa de consumo de energia elétrica.

Condições	Tarifa Recomendada
< 5.000 kWh/mês	Tarifa Convencional, Grupo B
> 5.000 kWh/mês e demanda menor 30 kW	Tarifa Convencional, Grupo A
> 5.000 kWh/mês e demanda próxima ou maior 30 kW, podendo parar no horário de ponta.	Tarifa Horo-Sazonal Verde.

4.2 – Análise da demanda

Nenhuma empresa analisada apresentou demanda de ultrapassagem, pois já é do conhecimento do empresariado do setor o valor oneroso da demanda de ultrapassagem. A empresa contrata uma demanda relativamente alta para não pagar a ultrapassagem, porém paga-se a ociosidade de demanda.

Através de análise do histórico de consumo e demanda de potência, verificou-se que 1 empresa do segmento de extração tem uma demanda contratada de 208 kW. Entretanto, esta demanda contratada pode ser reduzida para 188 kW, ou seja, pode ser reduzida em 20 kW, representando uma economia mensal de R\$ 215,46. Assim, o ganho é de R\$ 2.345,75, considerando o período de 12 meses, um ciclo de faturamento, e custo de capital de 20% a.a.. Já o GAL é de R\$ 2.585,52, como há ganho e o GAL é positivo, esta opção de redução de demanda contratada deve ser aceita. Entretanto, se a empresa for aumentar a carga instalada, deve-se efetuar uma alteração contratual na demanda junto à concessionária de energia elétrica.

4.2.1 – Controle de demanda

Ao analisar as faturas de energia elétrica das empresas do universo amostral, verificou-se que 1 empresa do segmento de serraria apresentou, em 3 meses de faturamento, o pagamento por ultrapassagem de demanda contratada, isto devido à instalação de mais um tear para beneficiamento do bloco de granito sem que fosse alterado o contrato de demanda com a Concessionária de Energia Elétrica. Já no mês de Julho/2000 a empresa solicitou a alteração contratual, de modo que a penalidade por ultrapassagem de demanda de potência não mais ocorrerá.

Veja abaixo os gráficos de Demanda Contratada x Demanda Registrada.

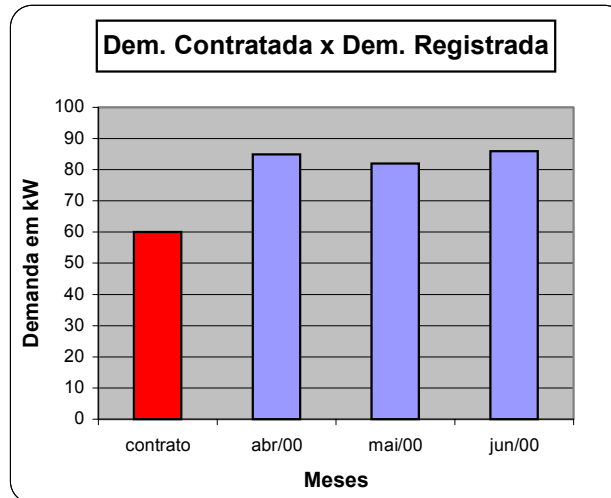


Figura 12: Demanda contratada x Demanda registrada, em 15/07/00.

Somando-se os valores de demanda ultrapassada totaliza-se o valor de 73 kW, sendo 25 kW para o mês de abril/00, 22 kW para o mês de maio/00 e 26 kW para o mês de junho/00, em valores atuais a ultrapassagem de demanda de potência representa um valor de R\$ 2.358,63. Considerando que a cobrança desta penalidade ocorre 3 meses em 24 meses, conforme o caso, e que a vida útil do controlador de demanda de potência seja de 10 anos e seu investimento, aquisição e instalação, seja totalizado em R\$ 8.000,00, tem-se um VPL negativo de R\$ 2.615,07, um Pay-back de 6,8 anos e uma TIR de 7,8%, ou seja, menor do que o custo de capital, assim este investimento não deve ser aceito, pois o VPL apresentou um valor negativo e a TIR apresentou uma taxa menor que a taxa de referência adotada, além de um Pay-back muito lento de 6,8 anos (Gitman, 1997, p.330).

4.3 – Análise do fator de potência

Das 16 empresas analisadas, verificou-se que 6 empresas estão pagando a penalidade de energia reativa excedente. Destas, 2 são devido a energia reativa indutiva durante o horário das 06:00 h às 24:00 h e 4 são devido a energia reativa capacitiva durante o horário da madrugada, 24:00 h às 06:00 h.

No caso das duas empresas com energia reativa indutiva é necessário instalar mais potência capacitiva, ou seja, capacitores. Já no caso das demais empresas realizou-se uma análise da conta de energia elétrica e na memória de massa destas empresas, foi constatado que está sendo cobrado o faturamento de energia reativa excedente porque em alguns dias da semana os bancos de capacitores não estão sendo desligados durante a madrugada.

Os capacitores devem estar sendo desligados manualmente. No entanto, esta situação não é ideal, pois algumas vezes, por motivos de força maior, os capacitores permanecem ligados durante a madrugada. Por isso, é mais seguro a instalação de um timer que manterá desligados os capacitores entre 0:00 h e 06:00 h. As empresas também podem optar pela correção com bancos de capacitores automáticos, que ativam e desativam a potência capacitiva necessária para qualquer horário do dia, fazendo com que o faturamento de energia reativa excedente seja eliminado. Entretanto, bancos automáticos de capacitores são mais onerosos do que os bancos manuais.

A seguir, apresentam-se gráficos com a situação real de uma empresa que tem os capacitores funcionando no horário da madrugada, enquanto não há nenhuma carga ativa durante este horário na empresa.

CURVA DE CARGA - DIA ÚTIL

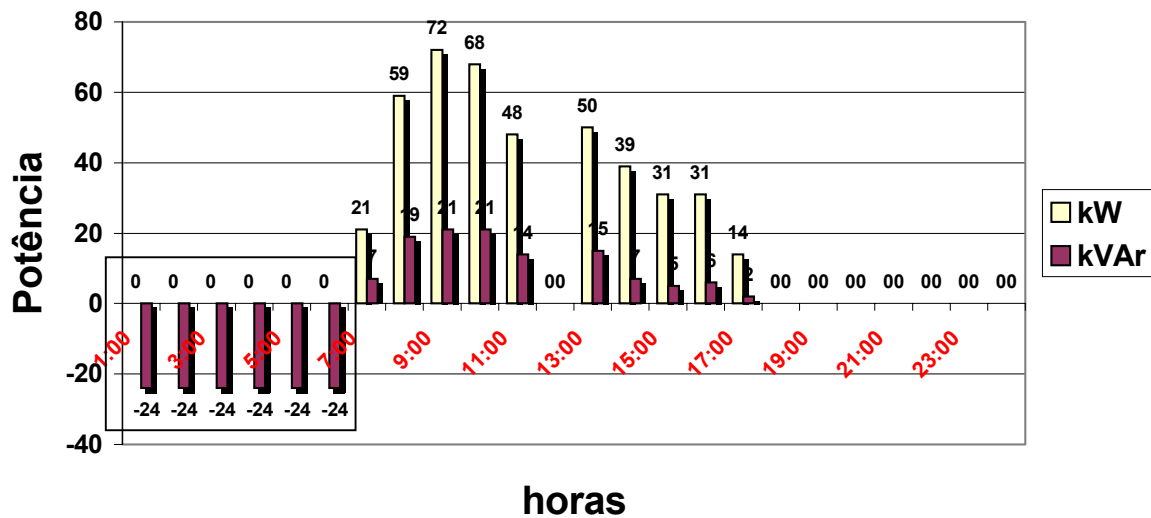


Figura 13: Carga ativa e reativa ao longo do dia.

Fator de Potência - Dia Útil

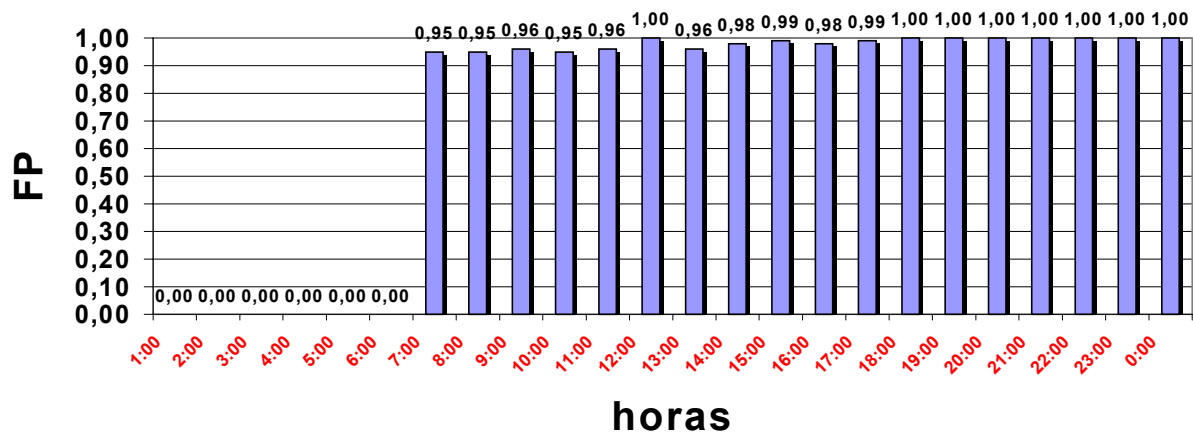


Figura 14: Fator de potência ao longo do dia.

Nos gráficos anteriores, observa-se que no período de 0:00 h às 06:00 h, a empresa está fornecendo energia reativa capacitiva para a concessionária de energia elétrica, sinal negativo, ou seja, está sobrecarregando o sistema de distribuição com energia reativa, energia esta que não realiza trabalho, serve apenas para magnetizar os núcleos de motores, reatores e transformadores, de modo que neste horário o fator de potência está muito baixo e capacitivo, no período entre 07:00 h e 0:00 h, o fator de potência está acima do valor de referência, 0,92.

Na análise financeira para as 2 empresas que estão com a cobrança de baixo fator de potência devido a energia reativa indutiva durante o horário das 06:00 h às 24:00 h, após análise das faturas de energia elétrica, calculou-se e verificou-se a necessidade de instalação de um banco de capacitores de 15 kVAR, na qual o investimento está estimado em R\$ 1.000,00, a cobrança por baixo fator de potência é mensal e onera a fatura de energia elétrica destas 2 empresas em média de R\$ 165,00/mês. Pelo método do Pay-back, o tempo de retorno do investimento é de 6 meses, ou seja, um tempo relativamente curto. Pela análise através do VPL, foi considerado um período de 5 anos, que é a vida útil média de um capacitor de potência, assim, o VPL resultou num valor de R\$ 5.447,91, já pelo método da TIR, 16,5% a.m., elevada quando comparada ao custo de capital para as empresas do setor, de modo que pelos três métodos mais comuns de análise de orçamento de capital o investimento é viável.

Já para o caso das 4 empresas que estão com suas faturas oneradas devido a energia reativa capacitiva durante o horário da madrugada, 24:00 h às 06:00 h faz-se necessário a instalação de equipamentos que controlem a entrada e saída dos capacitores nos horários supracitados. Entre as alternativas possíveis, destacamos o desligamento manual dos bancos de capacitores, o que certamente não é boa alternativa, face ao não cumprimento diário da rotina estabelecida. Outra alternativa é a instalação de contadoras e timers programáveis que acionariam os capacitores nos horários adequados e, finalmente, a alternativa de automatizar o banco de capacitor, o que certamente do ponto de vista técnico é a

melhor opção, porém exige um investimento muito elevado quando comparado com a opção anterior. Assim, será estudado as 2 possíveis opções:

1ª Opção: Instalação de contadoras e timers programáveis

Dados:

Valor da cobrança da energia capacitiva: R\$ 250,00

Valor do investimento: R\$ 2.500,00

Vida útil, período: 120 meses, 10 anos.

Custo de capital: 20,0% a.a., incluso inflação, ou taxa equivalente de 1,53% a.m.

2ª Opção: Automatização dos bancos de capacitores

Dados:

Valor da cobrança da energia capacitiva: R\$ 250,00

Valor do investimento: R\$ 7.500,00

Vida útil, período: 120 meses, 10 anos.

Custo de capital: 20,0% a.a., incluso inflação, ou taxa equivalente de 1,53% a.m.

Tabela 24: Comparação entre as opções de investimento.

Método	1ª Opção	2ª Opção
Pay-back	10 meses	30 meses
VPL	R\$ 11.197,93	R\$ 6.197,93
TIR	10,00% a.m.	3,26% a.m.
VAUE	R\$ 176,09	R\$ 113,12

Através da tabela acima verifica-se que em todas as técnicas de orçamentos e capital a 1ª opção de investimento deve ser aceita em detrimento da 2ª Opção. Assim conclui-se, então, que a 1ª é a melhor opção de investimento.

4.4 – Uso eficiente de energia elétrica

O trabalho de coleta de informações e medições dos dados realizou-se procurando abranger o maior número possível de usos de energia elétrica, sem pretender, no entanto, exaurir o assunto.

Cabe ressaltar que os valores aqui apresentados se baseiam em informações fornecidas em medições executadas na época dos levantamentos, o que confere caráter orientativo às medidas de eficiência energéticas sugeridas, em virtude de, eventualmente, terem sido colhidas em período atípico.

Saliente-se que foram utilizados nos cálculos de investimentos vinculados às alternativas de uso eficiente de energia os preços médios praticados no mercado à época da emissão deste trabalho acadêmico.

4.4.1 - Transformadores

A seguir, apresenta-se os principais problemas encontrados nos transformadores das empresas por categoria:

a) Segmento Extração

Os principais problemas detectados neste segmento foi:

- Transformadores funcionando em vazio, e em casos separados houve a constatação do superdimensionamento dos transformadores;
- Falta de manutenção preventiva.

b) Segmento Serraria

Os principais problemas detectados neste segmento foi:

- Transformadores funcionando em vazio;
- Falta de manutenção preventiva.

c) Segmento Marmoraria

Os principais problemas detectados neste segmento foi :

- Transformadores funcionando em vazio, e em casos separados houve a constatação do superdimensionamento dos transformadores;

- Falta de manutenção preventiva.

d) Segmento Moagem

Os principais problemas detectados neste segmento foi:

- Transformadores funcionando em vazio;
- Falta de manutenção preventiva.

4.4.1.1 – Análise técnica dos problemas

Transformador Operando em Vazio – a principal consequência dessa situação é a origem de um baixo fator de potência no transformador. Chama-se a atenção para isso, pois pode originar um aumento na conta de energia elétrica devido, à cobrança sobre o ajuste do fator de potência. Tal cobrança é feita sob faturamento da energia e demanda reativas excedentes (ver item 3.3.4). A melhor solução é a instalação de bancos de capacitores na saída dos transformadores devidamente calculados para corrigir o fator de potência do transformador .

Transformadores Superdimensionados - com relação ao problema de superdimensionamento dos transformadores, detectou-se, que aproximadamente 70% das empresas estão com seus transformadores operando com carregamento inferior a 75% de sua potência nominal. Além do mais, quanto maior for o transformador, maiores são as suas perdas de energia, sendo recomendável, portanto, um estudo para o seu redimensionamento, que poderá indicar sua troca ou deslocamento de carga em situações onde existe mais de um transformador. O transformador superdimensionado também tende a apresentar o baixo fator de potência .

Falta de Manutenções Preventivas – a maioria das empresas pesquisadas não estabelecem uma rotina de manutenções preventivas em suas subestações e demais equipamentos que a compõem (vide foto 17). Geralmente, o que se observa na maioria das empresas do ramo de mármore e granito é que os condutores dos quadros de distribuição de energia, chaves seccionadoras,

disjuntores, entre outros, apresentam um aquecimento excessivo que é originado na maioria dos casos por má conexão entre os diversos componentes (cabo com cabo, cabo com chave e cabo com disjuntor). Normalmente, são utilizados terminais para efetuar a conexão, o mais recomendável, mas a maioria dos problemas de aquecimento excessivo devido a má conexão são originados nos terminais (Ex.: terminais com folga, cabos mal encaixados nos terminais, ou ainda, instalações feitas sem terminais ou com terminais inadequados). Daí a necessidade de se efetuar uma manutenção preventiva, pois tal situação compromete o bom desempenho da instalação e acarreta um aumento do consumo de energia. Nota-se, também, que existe uma presença visível de poeira na subestação, que demonstra o estado de abandono em que se encontra a mesma.



Figura 15: Estado precário da subestação abrigada.

A manutenção preventiva consiste em: Limpeza dos isoladores, limpeza da subestação, verificação de aterramento, limpeza de condutores de alta e baixa tensão, limpeza e reaperto das conexões de chaves, quadros e barramentos, e análise do óleo do transformador, para efeito de troca, tendo em vista o poder

dielétrico, turbidez e presença de água e também do disjuntor geral. De acordo com a Norma NBR-7037, deve ser realizada anualmente, podendo ser conveniente alterar o período desta análise em função do local da instalação e do tipo de construção do transformador. As demais manutenções em conexões e limpeza dos isoladores devem ser realizadas periodicamente .

Outra recomendação é de que os cabos elétricos que são conectados nos secundários dos transformadores e derivam de quadros de distribuição ou barramentos até as cargas deverão ser cabos com isolamento em XLPE 0,6/1 kV.

Em nenhuma das empresas encontrou-se a subestação abaixadora de tensão em boas condições de funcionamento. A necessidade de manutenção preventiva, bem como a troca do óleo isolante do transformador, conforme comentado acima, é item fundamental para o uso eficiente de energia neste equipamento. A NBR 7037, da ABNT, que estabelece padrões de perdas máximas entre 2,5% e 5% e a Resolução 456, de 29/11/00, estabelece a necessidade de cobrança de 2,5% como perdas de transformação em unidades consumidoras recebidas na alta tensão, porém tarifadas na baixa. Assim, para efeito de análise econômica neste item considerou-se o valor conservador de 2,5% de perdas de transformação.

Tabela 24: Tabela de viabilidade econômica de investimentos em transformadores.

Segmento	Extração	Serraria	Marmoraria	Moageira
Consumo médio de e. elétrica	35.671 kWh/mês	54.000 kWh/mês	12.500 kWh/mês	46.800 kWh/mês
Importe tarifário médio	R\$ 0,14/kWh	R\$ 0,12/kWh	R\$ 0,18/kWh	R\$ 0,12/kWh
Perdas de transformação	R\$ 124,85/mês	R\$ 162,00/mês	R\$ 56,25/mês	R\$ 484,74/mês
Investimento	Imediato de R\$ 5.000,00 e	Imediato de R\$ 2.500,00 e	Imediato de R\$ 1.500,00 e	Imediato de R\$ 2.500,00 e

	anuais de R\$ 1.000,00	anuais de R\$ 1.000,00	anuais de R\$ 1.000,00	anuais de R\$ 1.000,00
Custo de capital	20% a.a.	20% a.a.	20% a.a.	20% a.a.
Período	5 anos	5 anos	5 anos	5 anos
VPL	- R\$ 75,74	R\$ 1.313,42	- R\$ 1.829,41	R\$ 484,74
Viabilidade	Projeto rejeitado	Projeto Aceito	Projeto Rejeitado	Projeto Aceito

4.4.2 - Circuito de distribuição de energia elétrica

Nos circuitos de distribuição, as perdas de energia mais importantes são provocadas pela dissipação de calor em função da passagem de corrente elétrica. As perdas são dependentes do nível de tensão utilizada, da bitola dos cabos, da extensão dos circuitos e da localização dos transformadores. O dimensionamento adequado dessas características dos circuitos pode representar economias significativas de energia elétrica, além da redução das quedas de tensões que podem colocar em risco o bom desempenho da instalação e as cargas, prolongando a vida útil desses componentes.

Em qualquer arranjo, um sistema de distribuição é constituído de transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras, chaves-fusíveis, contadores, barramentos, cabos condutores e conectores. Todos esses dispositivos apresentam resistências elétricas. Ao circular corrente elétrica por tais resistências, dissipa-se uma energia na forma de calor. De acordo com Edminister (1985, p.15) essas perdas são calculadas pela expressão:

$$P = RI^2;$$

Em que **R** é a resistência elétrica do dispositivo e **I** é a corrente elétrica que por ele circula.

Além das resistências inerentes aos dispositivos que compõem um sistema de distribuição, existem as resistências de contato, devido às conexões elétricas

entre tais dispositivos. Da mesma forma que no caso das resistências, ao circular corrente por uma resistência de contato dissipa-se uma energia em forma de calor. Daí a importância de se ter conexões bem feitas ao longo das instalações elétricas.

Essas perdas aquecem o ambiente, tornando, em muitos casos, necessária a renovação do ar que se processa através de ventiladores e exaustores, elevando ainda mais o consumo de energia e a demanda de potência solicitada.

Em resumo, num sistema de distribuição de energia elétrica, há dois tipos de perdas de energia: aquelas devido às resistências elétricas inerentes aos dispositivos que compõem o sistema, e aquelas devido às resistências de contato das conexões entre os diversos dispositivos elétricos.

Segue abaixo algumas recomendações para manter os circuitos de distribuição de energia elétrica em boas condições de funcionamento.

a) Adequação da Bitola dos Condutores Elétricos:

A norma NBR 5410, instalações elétricas em baixa tensão, da **ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas**, define, entre outras coisas, as máximas intensidades de corrente admissíveis em condutores em função do tipo de instalação utilizada. Se estes valores não forem respeitados, os isolantes serão submetidos a temperaturas incompatíveis com suas características técnicas, comprometendo sua segurança.

Segundo Creder (1985, p.81) para um correto dimensionamento dos condutores elétricos deve-se levar em consideração os seguintes critérios:

- Capacidade de corrente do condutor;
- Queda de tensão ao longo do circuito. Para este critério, são definidos, por norma, os seguintes valores de queda de tensão máxima admissível: 7% para instalações alimentadas diretamente da subestação; e 4% para instalações alimentadas em rede de baixa tensão;
- Capacidade de curto circuito do condutor.

Utilizar condutores mal especificados equivale a efetuar desperdícios consideráveis de energia elétrica, além de comprometer a segurança da

instalação. As normas técnicas conduzem à determinação das bitolas mínimas a serem utilizadas e já consagradas pelo uso.

Para realizar uma instalação elétrica, sob os diversos pontos de vista, deve-se, sempre respeitando as normas, estabelecer um equilíbrio entre o investimento em material de melhor qualidade e as economias de energia que se possa realizar.

Nas empresas do setor de mármore e granito é comum encontrar os condutores dos circuitos de distribuição em péssimas condições de funcionamento. Isto devido a falta de manutenção preventiva e manutenção corretiva feita por pessoas inabilitadas. É interessante que os condutores em estado precário sejam gradativamente substituídos por condutores novos.

b) Aterramento

O aterramento é a ligação de um equipamento ou de um sistema à terra, por motivos de proteção ou por exigência quanto ao funcionamento do mesmo.

Essa ligação de um equipamento à terra é realizada por meio de condutores de proteção conectados ao neutro ou à massa do equipamento, isto é, às carcaças metálicas dos motores, caixas dos transformadores, condutores metálicos, neutros dos transformadores e neutro da alimentação das empresas.

Com o aterramento objetiva-se assegurar sem perigo o escoamento das correntes de falta e fuga para a terra, satisfazendo as necessidades de segurança das pessoas. De modo geral, verificou-se que praticamente todos os motores em todos os segmentos não têm aterramento.

c) Dispositivos de proteção dos circuitos

Os condutores e equipamentos que fazem parte de um circuito elétrico devem ser protegidos automaticamente contra curtos-circuitos e sobrecargas (intensidade de corrente acima do valor compatível com o aquecimento do condutor e que poderia danificar a isolação do mesmo ou deteriorar o equipamento). Os dispositivos classificam-se conforme o objetivo a que se destinam:

- dispositivos que assegurem apenas a proteção contra curto-circuito, fusíveis;

- dispositivos que protejam apenas contra sobrecarga, reles térmicos;
- dispositivos que proporcionem segura proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos, disjuntores termomagnéticos.

Verificou-se que grande parte dos motores que são utilizados nos segmentos do setor possuem dispositivos de proteção.

d) Diagrama unifilar básico das empresas do ramo de Mármore e Granito atendidas na alta tensão

Grande parte das empresas de extração, serrarias e moageiras são consumidores que encontram-se no Grupo A (empresas que são atendidas no intervalo 2,3 kV até 25 kV), ou seja, são alimentadas em alta tensão. Neste caso, as empresas possuem um ou mais transformadores que alimentam suas cargas, sendo muito importante que toda a instalação elétrica da empresa esteja bem dimensionada e bem protegida contra curtos-circuitos e sobrecargas que podem ocorrer em equipamentos como transformadores, motores ou nos próprios circuitos de distribuição gerais. Assim, é importante que estas empresas elaborem o diagrama unifilar básico de suas instalações. Fato verificado que nenhuma das empresas tem o referido diagrama.

e) Recomendações Básicas Para Circuitos de Distribuição

- O circuito de distribuição ideal é aquele que apresenta o melhor balanço entre as economias em material e em energia;
- Seguir a norma brasileira NBR-5410, observando as grandezas mínimas previstas;
- Instalar os transformadores próximos aos principais centros de consumo;
- Evitar sobrecarregar circuitos de distribuição e manter bem balanceadas as redes trifásicas;
- Condutor superaquecido é um sinal de sobrecarga ou má conexão. Deve-se substituir este condutor por outro de maior bitola ou redistribuir a sua carga para outros circuitos;

- Para potências elevadas deve-se dar preferência ao transporte de energia em alta tensão, avaliando a viabilidade econômica da instalação de um transformador ao lado do equipamento.

Verificou-se, através de medições de campo um potencial de economia de energia elétrica de 1,5%, referente a melhoria e substituição dos circuitos elétricos de distribuição, pois os mesmos encontram-se em estado regular de conservação.

Tabela 25: Viabilidade econômica de investimentos em circuitos de distribuição de energia.

Segmento	Extração	Serraria	Marmoraria	Moageira
Consumo médio de e. elétrica	35.671 kWh/mês	54.000 kWh/mês	12.500 kWh/mês	46.800 kWh/mês
Importe tarifário médio	R\$ 0,14/kWh	R\$ 0,12/kWh	R\$ 0,18/kWh	R\$ 0,12/kWh
Perdas nos circuitos de distribuição	R\$ 74,91/mês	R\$ 97,20/mês	R\$ 33,75/mês	R\$ 84,24/mês
Investimento	Imediato de R\$ 5.000,00 e anuais de R\$ 1.000,00	Imediato de R\$ 3.000,00 e anuais de R\$ 1.000,00	Imediato de R\$ 2.000,00 e anuais de R\$ 500,00	Imediato de R\$ 5.000,00 e anuais de R\$ 1.000,00
Custo de capital	20%a.a.	20% a.a.	20% a.a.	20% a.a.
Período	5 anos	5 anos	5 anos	5 anos
VPL	- R\$ 4.574,49	- R\$ 1.718,85	- R\$ 1.944,89	- R\$ 4.225,30
Viabilidade	Projeto Rejeitado	Projeto Rejeitado	Projeto Rejeitado	Projeto rejeitado

Em nenhum dos segmentos houve viabilidade econômica com o investimento, entretanto é válido enfatizar a necessidade de manutenção nos circuitos de distribuição de modo que a empresa não tenha sua produção suspensa por problemas no sistema elétrico provenientes dos circuitos de distribuição. Assim, não há viabilidade econômica para implementação das medidas, entretanto, há a necessidade técnica da mesma.

4.4.3 – Quadros de distribuição de circuitos

Este componente tem como função distribuir os circuitos para as cargas da empresa. Nesta análise, levantou-se características sobre o estado de conservação do barramento, das conexões e do isolamento dos cabos, entre outros problemas .

A seguir apresenta-se uma relação de problemas por categoria, suas prováveis causas e soluções propostas:

a) Segmento: extração

Tabela 26: Problemas comuns nos quadros do segmento de extração.

PROBLEMA	PROVÁVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES PROPOSTAS
Cabos em estado precário	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de manutenção; - Sobrecarga; - Curto-circuito; 	<ul style="list-style-type: none"> - Providenciar manutenção; - Redistribuir circuitos; - Eliminar curto circuito;
Cabos com isolamento precário	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensionamento Inadequado; - Atmosfera agressiva; 	<ul style="list-style-type: none"> - Reparar condutores afetados
Falta de aterramento	<ul style="list-style-type: none"> - Projeto inadequado 	<ul style="list-style-type: none"> - Providenciar aterramento; - Corrigir aterramento;
Quadro muito sujo	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de manutenção preventiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Executar manutenção preventiva

b) Segmento: serraria

Tabela 27: Problemas comuns nos quadros do segmento de serraria.

PROBLEMA	PROVÁVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES PROPOSTAS
Cabos em estado precário	<ul style="list-style-type: none">- Falta de manutenção;- Sobrecarga;- Curto-circuito;	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar manutenção;- Redistribuir circuitos;- Eliminar curto circuito;
Cabos com isolamento precário	<ul style="list-style-type: none">- Dimensionamento inadequado;- Atmosfera agressiva;	<ul style="list-style-type: none">- Reparar condutores afetados
Falta de aterramento	<ul style="list-style-type: none">- Projeto inadequado	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar aterramento;- Corrigir aterramento;
Quadro fora do centro de carga	<ul style="list-style-type: none">- Projeto inadequado	<ul style="list-style-type: none">- Estudar melhor posicionamento
Quadro muito sujo	<ul style="list-style-type: none">- Falta de manutenção preventiva	<ul style="list-style-type: none">- Executar manutenção preventiva
Barramento, isoladores e conexões danificadas	<ul style="list-style-type: none">- Falta de manutenção- Vibração	<ul style="list-style-type: none">- Substituir barramento, isoladores ou conexões
Quadros abertos	<ul style="list-style-type: none">- Falta de portas;- Descuido da manutenção e operação;	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar porta;- Instalar portas com fecho;
Quadro sujeito a atmosfera agressiva	<ul style="list-style-type: none">- Projeto inadequado- Alteração na concepção do projeto	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar quadro compatível com o tipo de atmosfera
Quadros de madeira	<ul style="list-style-type: none">- Instalação incorreta	<ul style="list-style-type: none">- Substituir por um de material metálico

c) Segmento: marmoraria

Tabela 28: Problemas comuns nos quadros do segmento de marmoraria.

PROBLEMA	PROVÁVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES PROPOSTAS
Cabos com isolamento precário	<ul style="list-style-type: none">- Dimensionamento inadequado;- Atmosfera agressiva;	<ul style="list-style-type: none">- Reparar condutores afetados
Falta de aterramento	<ul style="list-style-type: none">- Projeto inadequado	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar aterramento;- Corrigir aterramento;
Quadro muito sujo	<ul style="list-style-type: none">- Manutenção preventiva precária	<ul style="list-style-type: none">- Executar manutenção preventiva
Barramento, isoladores e conexões danificadas	<ul style="list-style-type: none">- Falta de manutenção- Vibração	<ul style="list-style-type: none">- Substituir barramento, isoladores ou conexões
Quadro sujeito a atmosfera agressiva	<ul style="list-style-type: none">- Projeto inadequado- Alteração na concepção do projeto	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar quadro compatível com o tipo de atmosfera

d) Segmento: moagem

Tabela 29: Problemas comuns nos quadros do segmento de moagem.

PROBLEMA	PROVÁVEIS CAUSAS	SOLUÇÕES PROPOSTAS
Cabos em estado precário	<ul style="list-style-type: none">- Falta de manutenção;- Sobrecarga;- Curto-circuito;	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar manutenção;- Redistribuir circuitos;- Eliminar curto circuito;
Cabos com isolamento precário	<ul style="list-style-type: none">- Dimensionamento inadequado;- Atmosfera agressiva;	<ul style="list-style-type: none">- Reparar condutores afetados
Falta de aterramento	<ul style="list-style-type: none">- Projeto inadequado	<ul style="list-style-type: none">- Providenciar aterramento;- Corrigir aterramento;
Quadro fora do	<ul style="list-style-type: none">- Projeto inadequado	<ul style="list-style-type: none">- Estudar melhor

centro de carga		posicionamento
Quadro muito sujo	- Falta de manutenção preventiva	- Executar manutenção preventiva
Barramento, isoladores e conexões danificadas	- Falta de manutenção - Vibração	- Substituir barramento, isoladores ou conexões
Quadros abertos	- Falta de portas; - Descuido da manutenção e operação;	- Providenciar porta; - Instalar portas com fecho;
Quadro sujeito a atmosfera agressiva	- Projeto inadequado - Alteração na concepção do projeto	- Providenciar quadro compatível com o tipo de atmosfera
Quadros de madeira	- Instalação incorreta	- Substituir por um de material metálico

Tabela 30: Viabilidade econômica de investimentos em quadros de distribuição de energia.

Segmento	Extração	Serraria	Marmoraria	Moageira
Consumo Médio de e. elétrica	35.671 kWh/mês	54.000 kWh/mês	12.500 kWh/mês	46.800 kWh/mês
Importe tarifário médio	R\$ 0,14/kWh	R\$ 0,12/kWh	R\$ 0,18/kWh	R\$ 0,12/kWh
Perdas nos quadros de distribuição	R\$ 49,94/mês	R\$ 32,40/mês	R\$ 33,75/mês	R\$ 56,16/mês
Investimento	R\$ 500,00	R\$ 500,00	R\$ 300,00	R\$ 500,00
Custo de capital	20%a.a. ou 1,53% a.m.	20%a.a. ou 1,53% a.m.	20%a.a. ou 1,53% a.m.	20%a.a. ou 1,53% a.m.

Período	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses
VPL	R\$ 43,70	- R\$ 147,26	R\$ 67,44	R\$ 111,42
TIR	2,9% a.m.	- 3,67% a.m.	4,95% a.m.	4,92%
Viabilidade	Projeto Aceito	Projeto Rejeitado	Projeto Aceito	Projeto aceito

Abaixo são mostradas figuras de alguns problemas verificados nos quadros de distribuição de energia:



Figura 16: Quadro Aberto.

Recomenda-se que a base de madeira seja trocado por um de material metálico, devido àquele ser um material combustível, que oferece risco de incêndio caso ocorram curtos-circuitos. Além disso, impossibilita o aterramento.



Figura 17: Quadro com componentes fixados em base de madeira.



Figura 18: Barramento em estado precário.

4.4.4 – Motores elétricos

A conversão de energia elétrica em mecânica representa uma grande parte do consumo de eletricidade das empresas do setor de mármore e granito, chegando-se em alguns casos a mais de 90 %. A eficiência do conjunto máquina/motor depende, principalmente, do dimensionamento correto do motor para o tipo de acionamento a que é destinado, ou seja, a potência extraída pela carga deve estar próxima à potência nominal, de placa, do motor. Isto se deve às características do motor, que é projetado para obter melhor rendimento nas condições nominais de operação, o mesmo ocorrendo com o seu fator de potência (WEG, 1998a).

O superdimensionamento de motores é fato comum, principalmente, pelo desconhecimento das características da carga, obrigando os projetistas a utilizarem fatores de segurança elevados.

Outro fator que interfere na eficiência de um acionamento são as condições do acoplamento entre o motor e a carga. São exemplos: o desalinhamento, falta de correias, ou ainda, a sua má conservação, que implica em um maior esforço solicitado ao motor e conseqüente elevação da corrente elétrica.

As condições ambientais de temperatura e umidade influenciam, também de forma significativa, no desempenho e vida útil dos motores. A umidade contribui para a aceleração do processo de deterioração do isolamento e a operação em temperaturas elevadas, no pior caso, leva a queima do motor.

Diante dos fatos expostos, é fundamental que se tenha um programa de manutenção sistemática nos motores. A prática da manutenção não deve simplesmente, se restringir à substituição e correção dos equipamentos variados, mas sim, propiciar melhores condições quanto às condições ambientais e de operação. Isto é possível com uma manutenção periódica, conforme o maior ou menor rigor da solicitação a que o motor é submetido.

Os procedimentos normais de manutenção preventiva incluem inspeções e testes de itens relacionados às partes mecânicas e elétricas, tais como:

- Verificação do estado de conservação e lubrificação dos rolamentos;
- Inspeção do acoplamento, transmissão e pontos de fixação;
- Verificação das conexões dos cabos de alimentação e aterramento;
- Medidas das resistências dos enrolamentos estatóricos, para identificar desequilíbrios de corrente entre fases;
- Medida da resistência de isolamento do motor, dentre outros.

Estes procedimentos devem ser intensificados e a periodicidade de inspeção deve ser diminuída para motores instalados em locais úmidos, de temperatura elevada, expostas às intempéries ou em atmosfera agressiva.

4.4.4.1 – Principais motores e problemas verificados

Abaixo, descreve-se as características, tipos de motores e soluções propostas para os problemas observados nas empresas.

a) Segmento: extração

Os principais motores existentes nas empresas de extração de mármore e granito, assim como o seu regime de funcionamento e consumo mensal em reais, são relacionados na tabela abaixo:

Tabela 31: Principais motores - segmento extração

IDENTIFICAÇÃO	Faixa de Potência [cv]	Utilização [horas/mês]	Consumo [R\$/mês]
Motores dos Compressores	75 à 250	160	1.900,00 à 6.400,00
Motor do Guincho	15	50	120

O quadro abaixo mostra os principais problemas encontrados :

Tabela 32: Problemas nos motores - segmento extração

IDENTIFICAÇÃO	PROBLEMAS
Motores dos Compressores	<ul style="list-style-type: none"> - Motores superdimensionados; - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.
Motor do Guincho	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário.

b) Segmento: serraria

Os principais motores existentes nas serrarias de mármore e granito, assim como o seu regime de funcionamento e consumo mensal em reais, são relacionados na tabela abaixo:

Tabela 33: Principais motores - segmento serraria

IDENTIFICAÇÃO	Faixa de Potência [cv]	Utilização [horas/mês]	Consumo [R\$/mês]
Motor Principal do Tear	25 à 30	720	2.400,00 à 2.900,00
Motor da Bomba do Tear	10 à 15	720	1.000,00 à 1.500,00
Motor da Bomba de Descarga de Lama	3 à 5	30	12,00 à 20,00

O quadro abaixo mostra os principais problemas encontrados:

Tabela 34: Problemas nos motores - segmento serraria

IDENTIFICAÇÃO	PROBLEMAS
Motor Principal do Tear	<ul style="list-style-type: none"> - Motores superdimensionados; - Funcionamento no horário de ponta; - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.

Motor da Bomba do Tear	<ul style="list-style-type: none"> - Motores superdimensionados; - Funcionamento no horário de ponta; - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.
Motor da Bomba de Descarga de Lama	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.

c) Segmento: marmoraria

Os principais motores existentes nas marmorarias, assim como o seu regime de funcionamento e consumo mensal em reais, são relacionados na tabela abaixo:

Tabela 35: Principais motores - segmento marmoraria

IDENTIFICAÇÃO	Faixa de Potência [cv]	Utilização [horas/mês]	Consumo [R\$/mês]
Motor da Politriz	12,5 à 15	140	360,00 à 430,00
Motor da Cortadeira	7,5 à 12,5	140	220,00 à 360,00

O quadro abaixo mostra os principais problemas encontrados:

Tabela 36: Problemas nos motores - segmento marmoraria

IDENTIFICAÇÃO	PROBLEMAS
Motor da Politriz	<ul style="list-style-type: none"> - Motores superdimensionados; - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.
Motor da Cortadeira	<ul style="list-style-type: none"> - Motores superdimensionados; - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.

d) Segmento: moagem

Os principais motores existentes nas moageiras, assim como o seu regime de funcionamento e consumo mensal em reais, são relacionados na tabela abaixo:

Tabela 37: Principais motores - segmento moagem

IDENTIFICAÇÃO	Faixa de Potência [cv]	Utilização [horas/mês]	Consumo [R\$/mês]
Motor de Acionamento do Moinho	40 à 200	450	2.500,00 à 12.000,00
Motor do Exaustor do Moinho	40 à 100	450	2.500,00 à 6.200,00
Motor do Britador	25 à 100	160	550,00 à 2.200,00
Motor do Rebritador	30 à 100	160	660,00 à 2.200,00
Motor da Peneira	1,5 à 25	75	15,00 à 260,00
Motor da Correia Transportadora	5 à 15	160	110,00 à 330,00

O quadro abaixo mostra os principais problemas encontrados:

Tabela 38: Problemas nos motores - segmento moagem

IDENTIFICAÇÃO	PROBLEMAS
Motor Moinho	<ul style="list-style-type: none"> - Motores superdimensionados; - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.
Motor do Exaustor	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.

Motor do Britador	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.
Motor do Rebritador	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.
Motor da Peneira	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.
Motor da Correia Transportadora	<ul style="list-style-type: none"> - Motores Superdimensionados; - Problemas de transmissão; - Conexões em mau estado; - Isolamento dos cabos em estado precário; - Proteções mal dimensionadas.

4.4.4.2 - Análise técnica dos problemas encontrados

Os resultados baseiam-se em medições instantâneas realizadas durante a coleta dos dados para elaboração do trabalho acadêmico, que visa apontar prováveis focos de desperdício de energia elétrica .

(a) Motores Superdimensionados:

De acordo com os levantamentos de campo, verificou-se que alguns motores apresentam problemas com relação ao seu dimensionamento, ocasionando, perdas nestes equipamentos.

Parte destas perdas corresponde ao superdimensionamento dos motores em relação as cargas acionadas, o que pode demonstrar que estes motores não estão adequados às máquinas a eles acopladas ou que o conjunto está com problemas

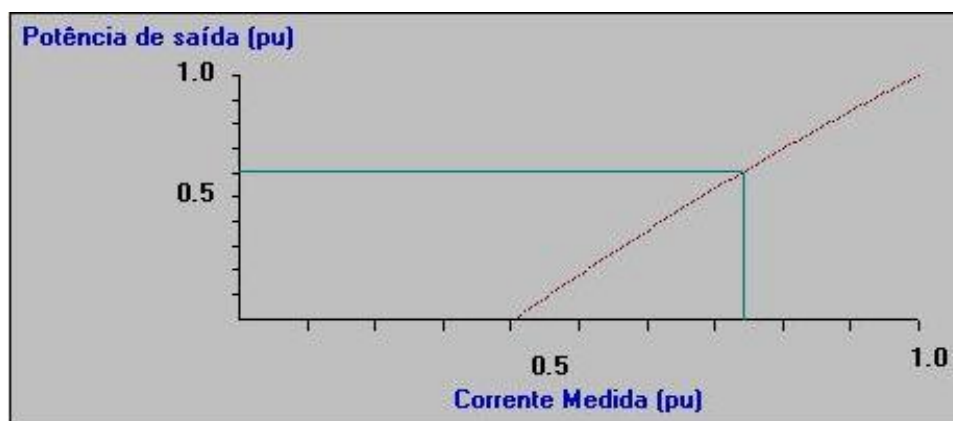
de manutenção mecânica, ou ainda, que a máquina não esteja sendo operada de acordo com as recomendações do fabricante.

Ao analisar os motores das empresas, com relação ao carregamento, observou-se que alguns estavam com um carregamento entre 50 e 75 % da carga nominal, carregamento este inferior ao esperado para este tipo de equipamento, que é de 75 a 100 %. Na condição de baixo carregamento, os motores operam com baixo rendimento e fator de potência, o que representa um consumo excessivo de energia elétrica.

A seguir, apresenta-se alguns gráficos que exemplificam a real condição de operação de alguns dos motores dos diversos segmentos do setor em análise, onde foram detectados um baixo carregamento.

Exemplo 1 :

Motor Principal do Tear – 30 cv (Serraria)



Fonte: (BDMOTOR, 1998)

Figura 19: Carregamento do motor principal do Tear

Potência nominal do motor: 18,4 kW

Potência de saída (*): 11,7 kW

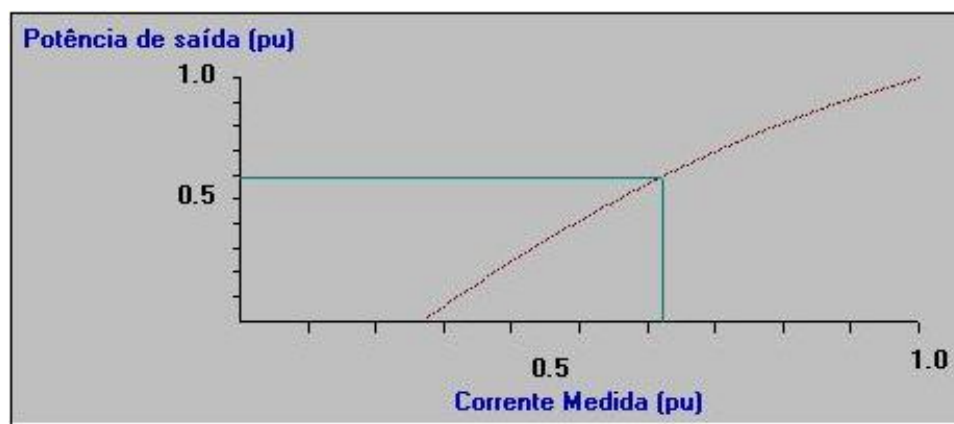
Carregamento (**): 63,5 %

(*) – Obtida através do método da medição de corrente.

(**) – Carregamento = Potência de Saída / Potência nominal.

Exemplo 2 :

Motor do Compressor – 250 cv (Pedreira)



Fonte: (BDMOTOR, 1998)

Figura 20: Carregamento do motor do compressor

Potência nominal do motor: 184 kW

Potência de saída (*): 110 kW

Carregamento (**): 59 %

(*) – Obtida através do método da medição de corrente.

(**) – Carregamento = Potência de Saída / Potência nominal.

(b) Problemas de Transmissão

De acordo com o levantamento, existem sistemas de transmissão com problemas que podem ocasionar perdas significativas de energia elétrica nas empresas de mármore e granito. Os problemas mais comuns, neste caso, podem ser:

- tensionamento excessivo nas correias;
- correias com folga;
- correias danificadas;
- aquecimento excessivo da transmissão;
- desalinhamento das polias;
- falta de correias.

Quando uma correia trabalha com folga ou existe a falta de uma correia no sistema de transmissão, o motor trabalha com uma corrente maior para continuar a fornecer o torque necessário à carga, conseqüentemente, consumindo mais energia elétrica. Além disso, tal situação implica em diminuição da vida útil do motor e da correia. Recomenda-se, sempre que for necessário trocar correias, que se troque o conjunto da máquina com correias de mesma letra, evitando-se, assim, correias de diferentes dimensões, o que certamente manteria o sistema com folga.

(c) Conexões em Mau Estado

Verificou-se na instalação elétrica que existem conexões em mau estado. Isto pode ocasionar perdas significativas de energia, danificar motores, quadros de distribuição de circuitos, provocar acidentes de trabalho e incêndios.



Figura 21: Conexões em estado precário.

Este problema poderá ser resolvido através de uma manutenção adequada ou substituição das conexões que estão em estado precário.

(d) Isolamento dos Cabos

O isolamento de alguns cabos de energia da instalação elétrica encontra-se em estado precário, podendo causar problemas sérios como curto-circuito, queima de equipamentos, acidentes de trabalho e incêndios.

(e) Proteção Mal Dimensionada

Identificou-se equipamentos e motores cuja proteção está inadequada e/ou fora de norma. A proteção é necessária para evitar danos resultantes de sobrecargas e/ou curtos-circuitos.

Os principais dispositivos utilizados são os disjuntores termomagnéticos, fusíveis e reles térmicos.

A título de informação, segue abaixo as proteções que em geral os motores devem ter :

FUSÍVEL: $1,25 \times I_n \leq I_d \leq 2,25 \times I_n$

CONTATOR: $I_d \geq I_n$

RELÊ TÉRMICO: $I_n \leq I_a \leq 1,15 \times I_n$ (FS < 1,25)

$$I_n \leq I_a \leq 1,25 \times I_n$$
 (FS ≥ 1,25)

Onde: I_n = Corrente nominal do equipamento;

I_d = Corrente de dimensionamento;

I_a = Corrente de ajuste;

FS = Fator de Serviço (consta na placa do motor).

4.4.4.3 - Motores de alto rendimento

Os motores de alto rendimento são motores que apresentam rendimentos superiores aos motores atuais (tipo standard), para carregamentos iguais, que implica em menor consumo de energia elétrica. Construtivamente os motores de alto rendimento possuem as seguintes características:

- Chapas magnéticas de melhor qualidade, aço silício;
- Maior volume de cobre, que reduz a temperatura de operação;
- Enrolamentos especiais, que produzem menos perdas estatóricas;
- Rotores tratados termicamente, reduzindo perdas rotóricas;
- Altos fatores de enchimento das ranhuras, que promove melhor dissipação do calor gerado;
- Anéis de curto-circuito dimensionados para reduzir as perdas por efeito Joule.
- Projetos de ranhuras do motor são otimizados para incrementar o rendimento.

O motor de alto rendimento tem custo, em média, 40% superior ao Standard, porém, devido à redução do consumo de energia em função do seu maior rendimento, é possível obter um retorno do investimento inicial (BDMOTOR, 1998). A figura 22 mostra uma simulação com o cálculo do tempo de retorno do investimento para diversos regimes de utilização dos motores (24 horas/dia, 18 horas/dia e 12 horas/dia).

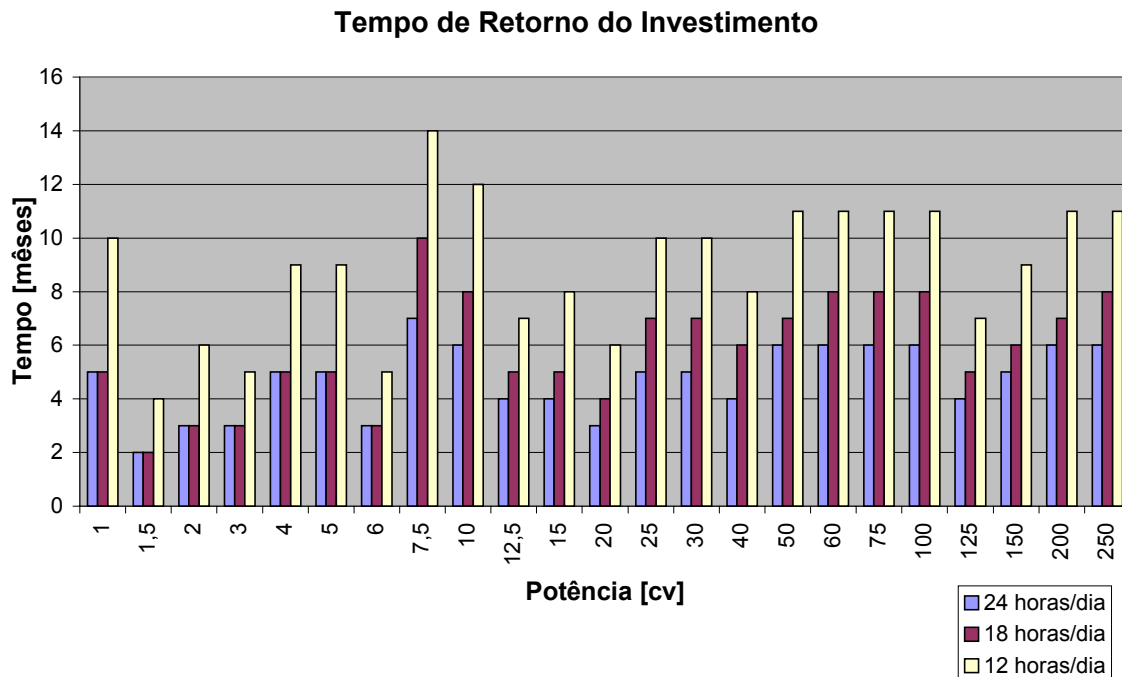


Figura 22: Comparação motor standard x motor de alto rendimento

Os critérios para o cálculo do retorno do investimento utilizados nesta simulação foram os seguintes:

- ◆ Motores funcionando à plena carga, ou seja, fornecendo 100% de sua potência nominal;
- ◆ Motor funcionando em regime contínuo.

$$Retorno = \frac{\Delta C}{0,736 \times cv \times Nh \times CkWh \times \left(\frac{100}{\eta\%n} - \frac{100}{\eta\%ar} \right)}$$

Fonte: (MARKIV, 1994)

Onde: *Retorno* = Tempo de retorno do investimento em meses;

ΔC = diferença de custo entre o motor normal e o de alto rendimento;

cv = potência do motor em cv (cavalo vapor);

Nh = número de horas de trabalho do motor por mês;

$\eta\%n$ = rendimento do motor normal;

$\eta\%ar$ = rendimento do motor de alto rendimento;

CkWh = custo médio do kWh;

Exemplo 1: Motor Principal do Tear

- **Motor Atual : 30 cv**

Tipo : Standard (ou Convencional);

Carregamento : 90 %;

Rendimento : 90,8 %;

Potência Consumida : 22,15 kW;

Custo do Motor : R\$ 1.087,75.

- **Motor Proposto : 25 cv**

Tipo : Alto Rendimento;

Carregamento : 103 %;

Rendimento : 92,5 %;

Potência Consumida : 20,48 kW;

Custo do Motor : R\$ 1.162,36.

Tempo de Retorno (Utilizando a fórmula) :

$$\text{Retorno} = \frac{1.162,36 - 1.087,75}{0,736 \times 25 \times 540 \times 0,15 \times \left(\frac{100}{90,8} - \frac{100}{92,5} \right)} \Rightarrow$$

Retorno = 2,5 meses

4.4.4.4 - Utilização de chaves eletrônicas de partida (Soft starter)

Uma característica importante no funcionamento dos motores de indução é a sua alta corrente de partida, podendo variar de 5 a 8 vezes a corrente nominal do motor. Esta elevada corrente, cuja duração está associada ao tempo de aceleração do motor, é denominada corrente de partida e sua presença pode provocar os seguintes problemas:

a) No motor

- Um forte aquecimento num tempo muito curto. A elevação da temperatura pode atingir valores superiores à classe de isolamento térmico do motor e com isto provocar uma rápida deterioração do isolamento;
- Esforços eletrodinâmicos entre espiras, na parte do enrolamento chamada *coroa*, constituída pelas cabeças das bobinas, que se atraem e se repelem, causando um movimento entre elas, que resulta em fadiga e abrasão, erodindo o isolamento. Tais esforços são proporcionais ao quadrado da corrente;
- Atuação indevida de fusíveis ou de relês de proteção contra sobrecarga se o tempo de aceleração for muito longo.

b) Na máquina acionada e no sistema de transmissão

- Choques mecânicos nos componentes do sistema de transmissão, devido ao conjugado resultante da corrente de partida, que pode danificá-los. Um sistema de transmissão por correias múltiplas e polias pode deslizar, patinar, sob a ação de um conjugado de valor muito elevado.

c) Na rede elétrica e instalações

- Quedas de tensão que prejudicam a operação de outros aparelhos e equipamentos, principalmente, aparelhos eletrônicos;
- Cintilação de lâmpadas, em especial as de vapor de mercúrio e vapor de sódio, que são muito sensíveis à variação de tensão;
- Possível desligamento de outros motores pela abertura de seus contadores. Com cerca de 30% de queda de tensão no barramento pode ocorrer a abertura do contator;
- Redução momentânea do conjugado máximo disponível de outros motores em operação, que podem provocar sua desaceleração e desligamento.

Estes problemas podem ser atenuados com o uso de chaves de partida que são microprocessadas tipo **SOFT STARTER**, projetadas para acelerar/desacelerar e proteger motores elétricos de indução trifásicos. A utilização de controladores

microprocessados para as chaves estáticas é uma tendência geral entre os fabricantes (WEG, 1998c). O uso dos microprocessadores permite ampliar o número de funções de controle da chave, não se limitando a ligar e desligar o motor. Algumas destas funções são, resumidamente, as seguintes:

- **Função partida suave:** o tempo de aceleração do motor pode ser controlado;
- **Função limitação de corrente:** limita a corrente a valores pré-determinados;
- **Função partida de bombas hidráulicas:** reduz o chamado golpe de aríete que ocorre quando há desligamento do motor;
- **Função parada suave:** permite que o tempo de desaceleração do motor possa ser controlado, reduzindo-se gradualmente a tensão do motor ao invés de desligá-lo da rede;
- **Função freio:** o disparo dos tiristores pode ser feito de forma assimétrica, aplicando ao motor uma tensão desequilibrada que provoca o aparecimento de uma componente de tensão de seqüência negativa que, por sua vez, cria um conjugado de sentido oposto ao da rotação, freando o motor.

Exemplos de Aplicações.

Segmento: Extração e Moagem

Motor do Compressor – Os motores dos compressores funcionam sempre com sua velocidade nominal, o controle sobre a partida ou parada dos mesmos é feito de acordo com a vazão de ar. Com o acionamento feito por chaves de Partida Soft Starter o motor funcionará com velocidade variável e a vazão pode ser continuamente controlada, reduzindo a possibilidade de possíveis perdas no sistema de controle atual . A potência consumida pelo motor varia com o cubo da velocidade daí a importância de se fazer o controle sobre a mesma .

Outras Aplicações :

Serrarias – Motor principal do Tear, Motor da Bomba de Água do Tear.

Moageiras – Motor Principal do Moinho, Motor do Exaustor do Moinho.

Marmoraria – Motor das Polideiras, Motor dos Compressores.

4.4.4.5 - Utilização de inversores de frequência

Os inversores de frequência são equipamentos que se destinam a controlar a velocidade e torque dos motores de indução. Controlando-se a velocidade e o torque dos motores, é possível se obter uma redução no consumo de energia elétrica, pois o motor será controlado de forma a operar sempre com maior rendimento possível (CEPEL, 1998) e (WEG, 1998b). A utilização deste equipamento também tem as seguintes vantagens:

- Possibilita um controle contínuo e suave da velocidade da aceleração e desaceleração dos motores, reduzindo drasticamente os desgastes do sistema mecânico (cabos de aço, polias e engrenagens);
- Possibilita uma partida mais suave dos motores, reduzindo a potência requerida da rede e o valor de demanda contratada junto à Concessionária de Energia Elétrica;
- Os inversores de frequência possuem dispositivos de proteção contra sobrecorrente, curto-circuito, sobretensão, subtensão e falta de fase na alimentação.

Dentro do setor de mármore e granito os inversores de frequência podem ser utilizados em diversas aplicações, dentre as quais destacam-se:

- a) Motores dos compressores – Segmento de extração;
- b) Motor principal do volante e das bombas dos teares - Segmento de serrarias;
- c) Motores das politrizes e cortadeiras – Segmento de marmorarias;
- d) Motor do acionamento e exaustor do moinho, do britador e do rebitador - Segmento de moageiras.

Abaixo são mostradas as análises financeiras nas recomendações de substituição de motores standard por motores de alto rendimento e a instalação de inversores de frequência.

a) Segmento: extração

Compressores: Os compressores alternativos, ou de pistão, são tradicionalmente os mais utilizados, devido a sua alta capacidade de armazenamento e de pressão, baixo custo e alto rendimento. Mas a baixa confiabilidade e o alto custo de manutenção desse tipo de acionamento está provocando uma migração para o compressor rotativo controlado por inversores.

A característica de carga dos compressores rotativos representa um grande potencial de economia de energia, pois para este caso, a potência que o compressor requer do motor é diretamente proporcional ao cubo da velocidade. Tomando-se, por exemplo, uma redução de 10% da velocidade, a potência requerida do motor será reduzida em 27%. Assim, com a utilização do inversor de frequência, pode-se controlar a velocidade do compressor de acordo com a demanda de ar que é solicitada. Neste sistema, a economia de energia elétrica chega à ordem de 20%.

Análise Financeira: Considerando um motor atual standard de 150 cv substituindo-o por outro de 150 cv de alto rendimento e com utilização do inversor de frequência.

Tabela 39: Viabilidade econômica de investimentos em motor do compressor - segmento extração.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 7.000,00
Investimento em inversor de frequência	R\$ 14.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 22.000
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 2.900,00
Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 1.023,33

Período	6 anos
Custo de capital	20%a.a.
VPL	R\$ 22.469,84
TIR	4,45% a.m.
Pay-back	21,5 meses
Viabilidade	Projeto aceito

Nesta análise de investimento há a viabilidade econômica, uma vez que o VPL apresentou um resultado positivo e a TIR apresentou um resultado maior que o custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a., taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Outro ponto a ser destacado é o Pay-back, que é menor que 24 meses, considerado um retorno em curto prazo na área de conservação de energia, portanto há retorno financeiro.

b) Segmento: serraria

Motor principal do volante: A principal característica dos teares é a elevada inércia do sistema, obrigando a utilização de um motor superdimensionado que seja capaz de partir a máquina. Por sua vez, após a partida, quando a máquina entra em regime, esta mesma inércia que oferecia grande resistência na partida, agora passa a auxiliar na continuidade do movimento. Por este motivo, grande parte dos motores que acionam estas máquinas funciona em regime de baixo carregamento.

Os motores utilizados no acionamento dos teares analisados são de 25 ou 30 cv, mas segundo medições realizadas, pode-se constatar que após a partida, quando a máquina entra em regime, a potência fornecida no eixo do motor é de, aproximadamente, 60% da sua potência nominal. A utilização de inversores nos teares possibilita uma partida mais controlada e suave, com um elevado torque.

Análise Financeira: Considerando um motor atual de 30 cv tipo standard para substituí-lo de 25 cv do tipo alto rendimento com utilização do inversor de frequência.

Tabela 40: Viabilidade econômica de investimentos em motor principal - segmento serraria.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 1.162,36
Investimento em inversor de frequência	R\$ 6.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 8.162,36
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 3.800,00
Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 733,33
Período	6 anos
Custo de capital	20% a.a.
VPL	R\$ 23.705,24
TIR	8,97% a.m.
Pay-back	11,1 meses
Viabilidade	Projeto aceito

Nesta análise de investimento há a viabilidade econômica, uma vez que o VPL apresentou um resultado positivo e a TIR apresentou um resultado maior que o custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a. ou taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Outro ponto a ser destacado é o Pay-back, que é menor que 24 meses, considerado um retorno em curto prazo na área de conservação de energia, portanto há retorno financeiro.

Motor da bomba do tear: Os motores utilizados no sistema de bombeamento dos teares analisados são de 10 a 15 cv, segundo medições realizadas, pode-se constatar que os motores de menor potência operam bem próximo ao limite de

corrente nominal, já o motor de maior potência pode ser substituído por um motor de menor potência.

Análise Financeira: Considerando um motor atual de 15 cv do tipo standard para substituí-lo pelo de 12,5 cv do tipo alto rendimento com utilização do inversor de frequência.

Tabela 41: Viabilidade econômica de investimentos em motor da bomba - segmento serraria.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 800,00
Investimento em inversor de frequência	R\$ 4.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 5.800,00
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 1.500,00
Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 461,18
Período	6 anos
Custo de capital	20% a.a.
VPL	R\$ 14.241,05
TIR	7,92% a.m.
Pay-back	12,6 meses
Viabilidade	Projeto aceito

Nesta análise de investimento há a viabilidade econômica, uma vez que o VPL apresentou um resultado positivo e a TIR apresentou um resultado maior que o custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a. ou taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Outro ponto a ser destacado é o Pay-back, que é menor

que 24 meses, considerado um retorno em curto prazo na área de conservação de energia, portanto há retorno financeiro.

c) Segmento: marmorarias

Motores das politrizes: A principal características dos motores das politrizes é a maior solicitação de potência do motor, devido ao maior atrito inicial, pois a chapa está no estado bruto, elevando assim a inércia do sistema, obrigando a utilização de um motor ligeiramente superdimensionado, que seja capaz de iniciar o processo de polimento.

Os motores utilizados nas politrizes analisadas são de 12,5 ou 15 cv, mas segundo medições realizadas, pode-se constatar que após o início do polimento, quando é trocado o primeiro jogo de abrasivos, ou seja, a chapa está sem a camada desnivelada e não polida da pedra, a potência fornecida no eixo do motor é de, aproximadamente, 40% da sua potência nominal. A utilização de inversores nas politrizes possibilita uma partida mais controlada e suave, com um elevado torque.

Análise Financeira: Considerando um motor de 15 cv para substituir o atual de 12,5 cv com utilização do inversor de frequência.

Tabela 42: Viabilidade econômica de investimentos em motor das politrizes
- segmento marmoraria.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 800,00
Investimento em inversor de frequência	R\$ 4.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 5.800,00
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 430,00
Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 116,9
Período	6 anos
Custo de capital	20% a.a.
VPL	- R\$ 719,99
TIR	1,10% a.m.
Pay-back	49,6 meses
Viabilidade	Projeto rejeitado

Nesta análise de investimento não há retorno financeiro para implementação desta medida no segmento de serraria, uma vez que o VPL apresentou um valor negativo e a TIR apresentou uma taxa mais baixa que o custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a. ou taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Além do longo tempo de amortização do investimento, 49,6 meses.

Motores das cortadeiras: Os motores utilizados nas cortadeiras analisados são de 7,5 a 12,5 cv, segundo medições realizadas, pode-se constatar que o torque fornecido pelo motor é constante, variando ligeiramente em função de um ponto localizado de maior dureza na chapa. A diferença na potência está na

capacidade da máquina cortar uma maior ou menor quantidade de chapas simultaneamente.

Análise Financeira: Considerando um motor de 12,5 cv standard para ser substituído por um de 12,5 cv de alto rendimento com utilização do inversor de frequência.

Tabela 43: Viabilidade econômica de investimentos em motor das cortadeiras - segmento marmoraria.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 800,00
Investimento em inversor de frequência	R\$ 4.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 5.800,00
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 360,00
Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 88,80
Período	6 anos
Custo de capital	20% a.a.
VPL	- R\$ 1.941,11
TIR	0,27% a.m.
Pay-back	65,3 meses
Viabilidade	Projeto rejeitado

Nesta análise de investimento não há retorno financeiro para implementação desta medida no segmento de serraria, uma vez que o VPL apresentou um valor negativo e a TIR apresentou uma taxa mais baixa que o custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a. ou taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Além do longo tempo de amortização do investimento, 65,3 meses.

d) Segmento: moageiras

Motor de acionamento dos moinhos: São motores de grande potência, os maiores utilizados em todos os segmentos, sua utilização básica é para moer as pedras do minério, de forma a fornecer o fino, que é o produto comercializável. Geralmente, são motores superdimensionados, pois são projetados para a capacidade máxima do moinho, o que dificilmente ocorre, além da necessidade de vencer a inércia, devido ao peso do moinho e do material a ser processado. Por sua vez, após a partida, quando a máquina entra em regime, esta mesma inércia que oferecia grande resistência na partida, agora passa a auxiliar na continuidade do movimento. Por este motivo, grande parte dos motores que acionam estas máquinas funciona em regime de baixo carregamento.

Os motores utilizados no acionamento dos moinhos analisados são de 40 a 200 cv. A potência depende da capacidade de produção de cada moinho, mas segundo medições realizadas, pode-se constatar que após a partida, quando a máquina entra em regime, a potência fornecida no eixo do motor é de aproximadamente, 60% da sua potência nominal. Semelhante aos motores dos teares, a utilização de inversores nos teares possibilita uma partida mais controlada e suave, com um elevado torque.

Análise Financeira: Considerando um motor atual de 200 cv Standard para substituí-lo pelo de 150 cv com utilização do inversor de frequência.

Tabela 44: Viabilidade econômica de investimentos em motor do acionamento dos moinhos - segmento moagem.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 7.000,00
Investimento em inversor de frequência	R\$ 14.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 22.000,00
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 12.000,00

Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 3.095,52
Período	6 anos
Custo de capital	20% a.a.
VPL	R\$ 112.518,96
TIR	14,07% a.m.
Pay-back	7,1 meses
Viabilidade	Projeto aceito

Nesta análise de investimento há a viabilidade econômica, uma vez que o VPL apresentou um resultado positivo e a TIR apresentou um resultado maior que o custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a., taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Outro ponto a ser destacado é o Pay-back, que é menor que 24 meses, considerado um retorno em curto prazo na área de conservação de energia, portanto há retorno financeiro.

Motor do exaustor do moinho: Os exaustores do moinho são componentes fundamentais numa moageira, devido à quantidade de pó formada esse componente trabalha constantemente junto com o motor do moinho, além de ter alta potência para poder exaurir o pó gerado no processo. Dependendo da quantidade de pó gerada, este motor pode operar com uma condição de maior carregamento ou mais aliviado, o que conseqüentemente influi no consumo de energia elétrica do motor.

São motores que têm a potência na faixa de 40 a 100 cv. A potência depende da capacidade de produção de cada moinho, mas segundo medições realizadas, pode-se verificar que de modo geral estão superdimensionados. Por exemplo, após medição verificou-se que o motor de 100 cv standard pode ser substituído por um motor de 75 cv de alto rendimento.

Análise Financeira: Considerando um motor atual de 100 cv substituindo-o por um de 75 cv com utilização do inversor de frequência.

Tabela 45: Viabilidade econômica de investimentos em motor do exaustor do moinho - segmento moagem.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 3.200,00
Investimento em inversor de frequência	R\$ 9.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 13.200,00
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 6.200,00
Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 1.568,60
Período	6 anos
Custo de capital	20% a.a.
VPL	R\$ 54.965,11
TIR	11,88% a.m.
Pay-back	8,4 meses
Viabilidade	Projeto aceito

Nesta análise de investimento há a viabilidade econômica, uma vez que o VPL apresentou um resultado positivo e a TIR apresentou um resultado maior que o custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a. ou taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Outro ponto a ser destacado é o Pay-back, que é menor que 24 meses, considerado um retorno em curto prazo na área de conservação de energia, portanto há retorno financeiro.

Motor do britador e do rebitador: São motores de grande potência que fragmentam a pedra de grande porte. Sua utilização básica é para britar e rebritar as pedras do minério, de forma a fornecer pedras de menor volume para o moinho. Geralmente, são motores superdimensionados, pois são projetados para a capacidade máxima do britador, trabalham grande parte do tempo a vazio, são

solicitados quando muita carga é colocada ao mesmo tempo dentro do britador. Outro aspecto é a necessidade de vencer a inércia, devido a quantidade de material a ser processado.

Os motores utilizados no britador e no rebritador analisados são de 25 a 100 cv. A potência depende da capacidade de produção de cada empresa, mas, segundo medições realizadas, pode-se constatar que a substituição dos motores por outro de menor potência é arriscada, devido a solicitação constante que motor, em função da quantidade de material jogado dentro do britador.

Análise Financeira: Considerando um motor atual de 100 cv do tipo standard substituindo-o por um de 100 cv do tipo alto rendimento com utilização do inversor de frequência.

Tabela 46: Viabilidade econômica de investimentos em motor do britador e rebritador - segmento moagem.

<u>Itens</u>	Valor
Investimento motor de alto rendimento	R\$ 4.200,00
Investimento em inversor de frequência	R\$ 12.000,00
Investimento em mão de obra	R\$ 1.000,00
Investimento total	R\$ 17.200,00
Gasto mensal com energia elétrica	R\$ 2.200,00
Economia com motor de alto rendimento e inversor de frequência	R\$ 550,00
Período	6 anos
Custo de capital	20% a.a.
VPL	R\$ 6.700,81
TIR	2,74% a.m.
Pay-back	31,3 meses
Viabilidade	Projeto aceito

Nesta análise de investimento há a viabilidade econômica, uma vez que o VPL apresentou um resultado positivo e a TIR apresentou um resultado maior que o Custo médio ponderado de capital, adotado de 20% a.a. ou taxa mensal equivalente a 1,53% a.m.. Apesar do Pay-back ser maior que 24 meses, este projeto é considerável viável economicamente devido ao VPL e a TIR estarem respectivamente com valores e taxas bastantes atraente, portanto há viabilidade econômica neste investimento.

4.4.5 – Sistema de iluminação

O estudo de um sistema de iluminação consiste, fundamentalmente, num estudo de iluminâncias frente às diversas opções tecnológicas para produção e controle de luz. Assim sendo, no processo de especificação dos projetos de sistemas de iluminação, algumas recomendações são necessárias, como forma de atender aos requisitos de desempenho visual, conforto visual, agradabilidade e economicidade. Nesse sentido, destacam-se:

- a) manutenção do nível de iluminância compatível com a acuidade visual requerida para a execução das tarefas num determinado ambiente;
- b) utilização de equipamentos ativos (lâmpadas), passivos (luminárias, teto, paredes) e de controle (reatores e ignitores) que sejam eficientes na produção de luz e no direcionamento do fluxo luminoso;
- c) modularidade na definição dos elementos do sistema, possibilitando flexibilidade de operação (desativação de circuitos em áreas desocupadas e complementação com luz natural);
- d) utilização de cores que propiciem adequado contraste no plano de trabalho (desempenho visual), considerando também, os efeitos da decoração;
- e) emprego de lâmpadas que reproduzam o espectro de luz nas tonalidades requeridas pela tarefa a ser executada e/ou pela ocupação do ambiente;
- f) disposição geométrica adequada de lâmpadas e luminárias no campo visual, evitando o emprego de materiais e situações que possam ocasionar ofuscamento;

g) viabilidade de implantação e baixo custo de operação e manutenção, sob a ótica econômica.

Atualmente, estão disponíveis no mercado lâmpadas que produzem mais luz, com melhor reprodução de cores e consumindo menos energia; reatores eletrônicos que aumentam a eficiência energética do sistema de iluminação e aumentam a vida útil das lâmpadas; luminárias com maior rendimento que dobram a quantidade de luz aproveitável de uma lâmpada e dispositivos de controles de fluxo luminoso no ambiente em função da iluminação externa (ABILUX, 1992, p.16).

A tabela abaixo mostra os dados de eficiência e vida útil das lâmpadas incandescentes, mistas, fluorescentes, vapor de mercúrio e vapor de sódio.

Tabela 47: Características das lâmpadas

TIPO DE LÂMPADA	POTÊNCIA [W]	FLUXO LUMINOSO [LM]	VIDA ÚTIL [HORAS]
INCANDESCENTE	200	3120	1000
MISTA	250	5600	6000
MISTA	500	14000	6000
FLUORESCENTE	40	2550	7500
VAPOR DE MERCÚRIO	80	3800	24000
VAPOR DE MERCÚRIO	250	13000	24000
VAPOR DE SÓDIO	70	5600	18000
VAPOR DE SÓDIO	250	25000	24000

Fonte: (Benedito,2001,p.58)

Para análise do sistema de iluminação, pode-se estabelecer dois grupos principais:

- Iluminação dos setores administrativos, escritórios;
- Iluminação do setor de produção, galpões.

4.4.5.1 - Iluminação do Setor Administrativo (Escritórios)

A iluminação dos escritórios de grande maioria das empresas é constituída por luminárias do tipo comercial com lâmpadas fluorescentes de 40 W e 20 W e reatores do tipo eletromagnético. Será proposto, a seguir, a substituição do conjunto atual por luminárias reflexivas com lâmpadas de 32 ou 16 W e reatores eletrônicos.



Figura 23: Sistema de iluminação do escritório

a) Análise do conjunto atual x conjunto proposto

Luminárias para lâmpadas fluorescentes tubulares – Essas luminárias são utilizadas em conjunto com as lâmpadas fluorescentes de 40 e 20 W. Visando obter um melhor aproveitamento do fluxo luminoso da lâmpada foi desenvolvida uma luminária constituída de materiais de alto índice de reflexão de raios, denominada luminária reflexiva. Em comparação com o sistema atual este tipo de luminária trará um aumento do fluxo luminoso do conjunto e, conseqüentemente, um maior conforto e também a possibilidade de redução na potência da lâmpada sem reduzir o nível de iluminamento no setor, conforme mostrado a seguir.

Lâmpadas Fluorescentes de 40 e 20W – Existem hoje no mercado as lâmpadas de tecnologia trifósforo de 32 W e 16 W, denominadas lâmpadas fluorescentes tubular do tipo econômicas, que vêm substituir as lâmpadas de 40 e 20 W respectivamente. As características das lâmpadas econômicas são: temperaturas de cor em torno de 4000 K e 5000 K, alto índice de reprodução de cores e redução de 20 % no consumo de potência da lâmpada . Esse tipo de lâmpada traz além dos benefícios citados, a possibilidade de substituição direta das lâmpadas atuais, pois as lâmpadas fluorescentes econômicas possuem o mesmo tamanho das atuais, e só será necessário efetuar a troca do reator.

Reatores – Reatores eletromagnéticos atuais tem como características :

- Elevado consumo de energia elétrica, devido ao alto valor de potência necessitada pelo mesmo;
- Baixa vida útil;
- Alguns reatores apresentam altos índices de ruídos.

Os reatores eletrônicos apresentam em relação aos reatores eletromagnéticos, grandes vantagens, dentre as quais destaca-se:

- Aumento da vida útil em até 50%, por operarem em altas frequências;
- Evitam o efeito estroboscópico;
- Não produzem ruídos, pois sua frequência está acima da faixa de audição humana;
- Reduzem o aquecimento do ambiente, pois possuem menos perdas;
- Alto fator de potência;
- Economia de até 70% de energia consumida pelo reator;
- Operam em frequência entre 30 e 70 kHz, faixas em que as lâmpadas apresentam eficiência luminosa máxima;
- Vida útil de até 50.000 horas.

A principal desvantagem do sistema proposto para iluminação dos escritórios das diversas empresas do setor de mármore e granitos é o alto investimento inicial para aquisição dos mesmos, mas vale lembrar que esse investimento será amortizado com os ganhos em redução no consumo de energia elétrica e aumento na vida útil dos mesmos .

b) Outras Recomendações:

Substituição de Lâmpadas Incandescentes por Lâmpadas Fluorescentes

Compactas:

Em substituição às lâmpadas incandescentes foram desenvolvidas as lâmpadas fluorescentes compactas com os tons branco ou amarelado. As vantagens das lâmpadas fluorescentes compactas em relação às lâmpadas incandescentes são:

- Redução de aproximadamente quatro vezes a potência lâmpada;
- Maior vida útil;
- Maior fluxo luminoso.

O comparativo de equivalência entre as lâmpadas fluorescentes compactas em relação às incandescentes é mostrado na figura abaixo:

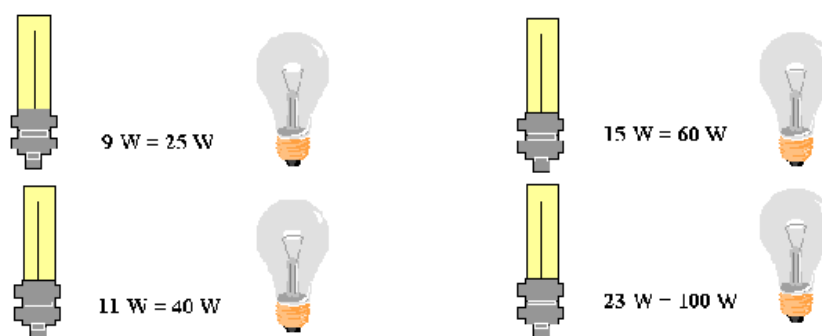


Figura 24: Comparação entre a lâmpada incandescente e fluorescente compacta

A desvantagem da lâmpada fluorescente compacta é o alto investimento inicial (enquanto que a lâmpada incandescente custa em torno de R\$ 1,00, a lâmpada fluorescente compacta custa em torno de R\$ 23,00). Entretanto, devido a sua vida

útil ser prolongada e o seu baixo consumo, a lâmpada fluorescente compacta torna-se um investimento bem atraente .

Tabela 48: Características de lâmpada incandescente de 60 W e lâmpada fluorescente compacta de 15 W .

TIPO DE LÂMPADA	POTÊNCIA (WATTS)	FLUXO LUMINOSO (LM)	EFICIÊNCIA (LM/W)	IRC
INCANDESCENTE	60	730	12	99
FLUORESCENTE COMPACTA	15	900	60	82

Fonte: (Benedito, 2000, p.55)

4.4.5.2 - Iluminação do Setor de Produção (Galpões)

Constatou-se que é grande a utilização de lâmpadas mistas para iluminação de pátios externos e galpões de produção. Estas lâmpadas são altamente ineficientes e apresentam as seguintes características:

- Baixo nível de iluminamento em relação a potência solicitada;
- Baixa vida útil, cerca de 6.000 horas (TECNOWAT, 2000).

Conjuntos Recomendados

Lâmpadas Vapor de Mercúrio – A lâmpada vapor de Mercúrio é um tipo de lâmpada eficiente, pois possui um bom fluxo luminoso, um bom índice de reprodução de cores e uma alta vida útil. Recomenda-se que se utilize este tipo de lâmpada no setor acima citado, visando aumentar o nível de iluminamento neste ambiente de acordo com a norma, e proporcionando uma economia de energia, pois com as substituições propostas reduzir-se-á a potência total instalada no ambiente, que refletirá em forma de redução do consumo de energia elétrica.

Lâmpadas Vapor Sódio – Esse tipo de lâmpada é ideal para iluminação externa e para áreas em que não se precise de um bom índice de reprodução de cores, possui um alto fluxo luminoso e vida útil elevada.

No caso de pátios externos, onde não há necessidade de se ter um bom índice de reprodução de cores, recomenda-se que sejam substituídas as lâmpadas mistas por lâmpadas vapor de sódio, que além de apresentarem um alto nível de fluxo luminoso, possuem uma vida útil entre 16.000 e 24.000 horas. A equivalência de fluxo luminoso entre estas lâmpadas é mostrado na tabela abaixo:

Tabela 49: Comparação entre a lâmpada mista e vapor de sódio

Lâmpada Mista			Lâmpada Vapor de Sódio		
Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm/W) Luminoso	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm/W) Luminoso
250	5.600	22,4	70	5.600	80
500	14.000	28	150	14.000	93,3

No caso de galpões de produção, onde há necessidade de se ter um bom índice de reprodução de cores, principalmente, para o acompanhamento sobre a qualidade dos diversos estágios da matéria prima até o produto final, recomenda-se que sejam substituídas as lâmpadas mistas por lâmpadas vapor de mercúrio, que além de apresentarem um alto nível de fluxo luminoso, possuem uma vida útil entre 12.000 e 15.000 horas. A equivalência de fluxo luminoso entre estas lâmpadas é mostrado na tabela abaixo:

Tabela 50: Comparação entre lâmpada mista e vapor de mercúrio

Lâmpada Mista	Lâmpada Vapor de Mercúrio
---------------	---------------------------

Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm/W) Luminoso	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm/W) Luminoso
160	3.100	19,4	80	3.800	47,5
250	5.600	22,4	125	6.300	50,4
500	14.000	28	250	13.000	52

Exemplos de Aplicações :

Segmento: Extração

Normalmente estas empresas funcionam nos horários em que existe uma presença abundante de luz natural, por isso o sistema de iluminação é pouco utilizado. Ressalta-se algumas utilizações como a de lâmpadas incandescentes as quais recomenda-se a substituição por lâmpadas fluorescentes compactas de acordo com as potências das mesmas (Ex.: lâmpada incandescente de 60 W pela lâmpada fluorescente compacta de 15 W) .

Segmento: Serraria

As diversas empresas de serraria apresentam uma configuração de iluminação do galpão dos teares bem parecida. Abaixo é mostrado um escopo de iluminação ideal para uma serraria. Está destacado, na figura, a posição onde estão localizadas as luminárias, essas estão justamente centradas nas posições em que se obtém as vistas mais importantes para se fazer o acompanhamento da máquina no período em que não se tem iluminação natural, período noturno, que são o painel de comando dos motores, o motor, a pedra serrada e as lâminas. Para uma correta especificação das posições das luminárias deve-se levar em consideração o tamanho do galpão. Para áreas externas recomenda-se as lâmpadas vapor de sódio.

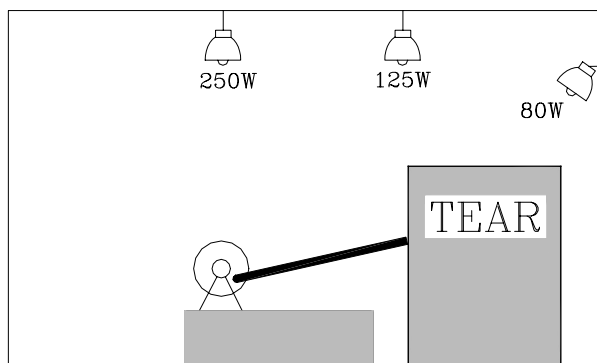


Figura 27: Vista frontal do galpão de produção.

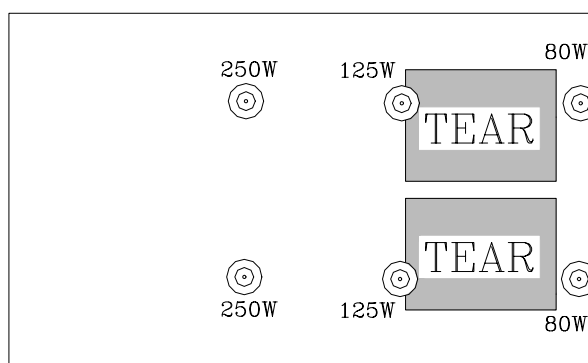


Figura 28: Vista superior do galpão de produção.

Tabela 51: Sistema de iluminação recomendado para o galpão da produção da serraria.

5 Local	Conjunto Recomendado				
	Tipo de luminária/ lâmpada	Potência da lâmpada	Qt. De lâmpadas/ luminária	Qt. total de luminárias	Consumo mensal em Kwh
Galpão dos teares	Refletor ventilado facho fechado/vapor de mercúrio	250 W	1	4	642
	Refletor ventilado facho fechado/vapor de mercúrio	125 W	1	4	
	Refletor ventilado facho fechado/Vapor de mercúrio	80 W	1	2	

Segmento: Marmoraria

A iluminação das Empresas de Marmoraria apresenta configurações bem variadas, são utilizadas desde lâmpadas mistas, fluorescentes tubulares de 40 W

e algumas utilizam lâmpadas fluorescentes HO de 110 W. A recomendação para as empresas deste ramo é que se instale uma luminária sobre a polideira do tipo reflexiva com uma lâmpada HO de 110 W e um reator eletrônico. A vantagem de se utilizar este conjunto é o alto nível de iluminamento a ser obtido sobre a região mais importante (máquina e a chapa a ser polida), com uma lâmpada de alto índice de reprodução de cor, o que facilita uma melhor visualização do material polido.

Segmento: Moagem

Como as empresas do ramo de marmorarias as empresas de moagem também apresentam configurações bem variadas. Para a iluminação de áreas externas (como pátio e pequenas estradas) recomenda-se que se utilize lâmpadas do tipo Vapor de Sódio. E para a iluminação dos galpões recomenda-se as lâmpadas Vapor de Mercúrio com luminárias espelhadas.

Apresenta-se, a seguir, a análise de viabilidade econômica de substituição do sistema de iluminação atual por sistemas eficientes, nos segmentos.

Tabela 52: Tabela de viabilidade econômica de investimentos em sistemas de iluminação.

Segmento	Extração	Serraria	Marmoraria	Moageira
Consumo médio de energia elétrica	35.671 kWh/mês	54.000 kWh/mês	12.500 kWh/mês	46.800 kWh/mês
Importe tarifário médio	R\$ 0,14/kWh	R\$ 0,12/kWh	R\$ 0,18/kWh	R\$ 0,12/kWh
Economia com o sistema eficiente	R\$ 49,94/mês	R\$ 116,64/mês	- R\$ 373,36/mês	R\$ 196,56/mês

Investimento	R\$ 1.500,00	R\$ 2.500,00	R\$ 1.500,00	R\$ 3.500,00
Custo de capital	20%a.a.; 1,53% a.m.	20% a.a.; 1,53% a.m.	20% a.a.; 1,53% a.m.	20% a.a.; 1,53% a.m.
Período	4 anos	3 anos	4 anos	3 anos
Custo de capital	20% a.a.	20% a.a.	20% a.a.	20% a.a.
VAUE	R\$ 5,59	R\$ 25,81	- R\$ 417,71	R\$ 69,39
TIR	2,10% a.m.	3,12% a.m.	-	4,44% a.m.
Pay-back	30 meses	21,4 meses	-	17,8 meses
Viabilidade	Projeto aceito	Projeto aceito	Projeto Rejeitado	Projeto aceito

No segmento de marmoraria pode-se verificar que a quantidade de luz incidente sobre a chapa a ser polida está muito abaixo do que determina a **NBR 5413**, da **ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas**, de forma que os funcionários estavam numa condição de insalubridade, agravado pelo fato de muitas vezes não proporcionar uma condição de conformidade ao produto polido, sendo o produto retrabalhado de modo que a qualidade desejada pudesse ser atingida. Assim, no segmento de marmoraria não há retorno financeiro com eficiência energética no sistema de iluminação, devido ao aumento do custo mensal de energia elétrica no sistema de iluminação. Entretanto, o projeto deve ser aceito, devido ao não atendimento de quantidade de luz no ambiente de trabalho, caracterizando uma situação de insalubridade.

4.4.5.3 – Dicas de economia com o sistema de iluminação

- Use cores claras e adequadas para cada tipo de ambiente e aproveite ao máximo a iluminação natural, Luz do Sol, lançando mão de telhas transparentes quando for o caso;
- Instrua os empregados a desligarem as lâmpadas de dependências desocupadas, exceto aquelas que contribuam para a segurança;

- Divida os circuitos de iluminação de modo que possam ser desligados parcialmente sem comprometer o conforto e a segurança;
- Em ambientes com iluminação constante devem ser utilizadas lâmpadas de alta eficiência e vida útil;
- A utilização de uma boa luminária com uma lâmpada eficiente já é um excelente passo rumo a eficiência energética .

4.4.6 – Sistemas de ar condicionado

Na indústria de mármore e granito o aparelho de ar condicionado não é um uso final com representação elevada no consumo global da empresa. O primeiro motivo é porque nem todas as empresas tem este equipamento, e o segundo é que nas empresas que tem o número de aparelhos é pequeno, além da baixa utilização. Entretanto, é válido citar recomendações para melhoria do sistema de ar condicionado, uma vez que grande parte das medidas são administrativas, ou seja, não necessitam do desembolso financeiro para execução das mesmas.

Os aparelhos de ar condicionado têm como objetivo principal manter o ambiente de trabalho em condições de conforto humano, controlando-se temperatura, quantidade de poeira e ruído que o próprio aparelho gera. Assim, a qualidade do ar deve ser mantida em um ambiente interno que se pretenda seja saudável e confortável. As fontes de poluição podem ser tanto internas quanto externas. Em ambos os casos a qualidade do ar pode ser garantida pela remoção do contaminante ou por sua diluição (Stoecker, 1985, p.67). Ao contrário do que muitos pensam, os aparelhos de janela não controlam a umidade, simplesmente, desumidificam o ambiente, por este motivo é que sentimos a chamada “secura” na garganta.

Como a grande parte dos aparelhos utilizados são do tipo janela, aconselha-se ao empresário que quando findar a vida útil deste, com compressor alternativo, que seja substituído por aparelhos com compressor rotativo, que é em média 30% mais eficiente que aqueles. Apesar do custo de aquisição ser maior, a economia gerada ao longo do tempo de sua vida útil compensa a diferença.

Abaixo apresenta-se os principais problemas encontrados nos aparelhos de ar condicionado e nos ambientes climatizados:

Problema 1 - Regular termostato

Verificou-se que vários ambientes estão com temperatura média abaixo do valor recomendado, que é de 24.0 °C, acarretando um maior consumo de energia. Por isso, os termostatos dos equipamentos devem ser regulados para 24.0 °C, que é a temperatura de conforto humano.

Problema 2 - Limpar evaporador

É necessário efetuar limpeza periódica nos evaporadores, pois a sujeira acumulada sobre as superfícies trocadoras de calor reduz a eficiência térmica da troca de calor, resultando em um aumento do consumo de energia elétrica.

Equipamentos trocadores de calor, com acúmulo de sujeira, podem ter seu desempenho afetado, resultando em perdas de rendimento global para o sistema de até 70 %, caso os equipamentos não sejam periodicamente limpos durante a sua vida útil.

Problema 3 - Limpar filtro de ar do evaporador

A falta de limpeza origina o acúmulo de sujeira no filtro, reduzindo a vazão de ar. Por isso, é necessário efetuar limpeza periódica nesse componente, de acordo com os prazos recomendados pelo fabricante.

Os próprios fabricantes recomendam efetuar a limpeza dos filtros a cada 15 dias e substituir os que estiverem em condições precárias.



Figura 27: Filtro sujo do evaporador do ar condicionado

Problema 4 - Limpar condensador

É necessário efetuar limpeza periódica nos condensadores, pois a sujeira acumulada sobre as superfícies trocadoras de calor reduz a eficiência térmica da troca de calor, resultando em um aumento do consumo de energia.

Problema 5 - Instalar proteção contra radiação solar sobre o condensador

O condensador está recebendo insolação direta, isto é, não está protegido contra a radiação solar direta.

Esta situação resulta numa elevação da temperatura de condensação do fluido frigorígeno que circula pelo condensador, reduzindo o rendimento do equipamento. Por isso, deve-se estudar a possibilidade de instalar proteção, isto é, algum artefato que proteja o condensador da radiação solar direta.

Problema 6 - Melhorar vedação do ambiente

Verificou-se que existe deficiência na vedação das portas e/ou janelas. Deve-se melhorar a vedação, não permitindo fugas de ar tratado ou a infiltração do ar exterior. Essa providência reduzirá a quantidade de ar exterior admitida (em excesso) e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica, uma vez que o ar ambiente está numa temperatura mais elevada que a de conforto humano, 24 ° C (Goulart, 1998).

Observação: Constatou-se que vários aparelhos estão ligados direto no interruptor, o que torna a corrente de partida do aparelho muito elevada, devido a partida simultânea do compressor e do ventilador, pois o aparelho de ar condicionado já fica na posição de resfriar, podendo danificar o relê de partida do aparelho. Por isso, aconselha-se à empresa que instrua seus funcionários a ligarem os aparelhos de ar condicionado nas chaves liga/desliga, localizadas nos próprios aparelhos, porém, primeiro deve-se ligar na posição ventilar e depois passar para resfriar.

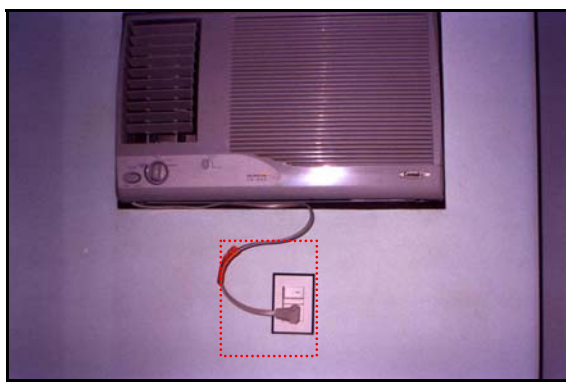


Figura 28: Aparelho de ar condicionado ligado no interruptor.

Problema 7 – Substituir aparelhos antigos por aparelhos novos

Verificou-se que todos os aparelhos utilizados no setor, são equipamentos de compressor alternativo. Deve-se providenciar a substituição destes por aparelhos de compressor rotativos, que são mais eficientes energeticamente. A economia de energia elétrica é de 25% do aparelho recomendado sobre o atual.

Veja abaixo algumas recomendações, além das apresentadas, que podem ser úteis para a economia de energia elétrica:

- Manter fechadas as portas e janelas nos ambientes condicionados;
- Não obstruir ou alterar a regulação das grelhas de insuflamento e retorno de ar existentes no aparelho;
- Regular os termostatos dos aparelhos individuais de forma a evitar frio em excesso e, ao se ausentar por longo tempo, sempre desligá-los.

A tabela abaixo apresenta o potencial de economia de energia elétrica para os aparelhos de ar condicionado de janela em relação ao consumo total da empresa.

Tabela 53: Potencial de economia, sistema de ar condicionado.

Segmento	Potencial de economia
Serraria	0,37%
Marmoraria	1,17%
Moagem	1,04%

Apresenta-se, a seguir, a análise de viabilidade econômica de substituição do sistema de ar condicionado atual por sistemas eficientes de condicionamento de ar, no segmento de serraria, marmoraria e moagem:

Tabela 54: Viabilidade econômica de investimentos no sistemas de ar condicionado.

Segmento	Serraria	Marmoraria	Moageira
Consumo médio de energia elétrica	54.000 kWh/mês	12.500 kWh/mês	46.800 kWh/mês
Importe tarifário médio	R\$ 0,12/kWh	R\$ 0,18/kWh	R\$ 0,12/kWh
Economia com o sistema eficiente	R\$ 23,98/mês	R\$ 26,33/mês	R\$ 58,41/mês
Investimento	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 2.000,00
Custo de capital	20% a.a.; 1,53% a.m.	20% a.a.; 1,53% a.m.	20% a.a.; 1,53% a.m.
Período	8 anos	8 anos	8 anos
Custo de capital	20% a.a.	20% a.a.	20% a.a.
VPL	R\$ 202,49	R\$ 320,33	R\$ 928,99

VAUE	R\$ 0,97	R\$ 3,32	R\$ 12,39
TIR	2,06% a.m.	2,35% a.m.	2,69% a.m.
Pay-back	41,7 meses	38 meses	34 meses
Viabilidade	Projeto aceito	Projeto Aceito	Projeto aceito

4.4.7 – Sistema de bombeamento de água

Todas as empresas do ramo de mármore e granito possuem sistema de bombeamento de água. Quase todas empresas pesquisadas têm poços artesianos e muitos empresários, por terem água em abundância, não dão a necessária manutenção no sistema de bombeamento. Porém, neste caso o desperdício é de energia elétrica. De modo geral, as bombas utilizadas são bombas de deslocamento positivo, podendo classificar em alternativas de pistão para poços e rotativas de um ou mais rotores. O princípio básico deste tipo de bomba é o movimento de um órgão propulsor que comunica energia de pressão ao líquido, provocando seu escoamento (Macintyre, 1987, p.38).

Num primeiro momento, deve-se observar se o conjunto motor/bomba já existente está adequado em função da altura manométrica e da vazão requerida. Sabe-se que a vazão é a quantidade de água que a bomba consegue transportar num certo tempo. Geralmente, a vazão é medida em litros por hora ou metros cúbicos por hora.

A relação entre a altura manométrica e a vazão é importante porque:

- Para uma mesma bomba, quanto maior a altura manométrica menor é a vazão;
- Para a mesma altura ou distância de bombeamento, quanto maior a potência da bomba, maior será a vazão;
- Para a mesma vazão, quanto maior for a altura manométrica ou distância, maior deve ser a potência da bomba.

O ponto chave de como se economizar energia elétrica com sistemas de bombeamento é saber qual a quantidade mínima indispensável de água que deve ser bombeada, e qual a altura e pressão em que a água será usada.

Providências mais gerais podem ser tomadas no sentido de diminuir o consumo de água e, conseqüentemente, de energia elétrica, através da racionalização do seu uso e da eliminação de vazamentos, principalmente, em registros, torneiras e válvulas de descarga.

A seguir, apresenta-se algumas recomendações para utilização racional de água em empresas de mármore e granito:

- Orientar os funcionários para que fechem bem as torneiras, os registros de chuveiros e bidês, para evitar que fiquem pingando continuamente;
- Regular válvulas de descarga dos vasos sanitários e acioná-la o mínimo indispensável.

A tabela abaixo quantifica o desperdício de água em vazamentos, em função do diâmetro do furo.

Tabela 55: Desperdício de água em função da abertura em tubulação.

CONDIÇÕES	MÉDIA DIÁRIA	MÉDIA MENSAL
GOTEJANDO	46 LITROS	1.380 LT. OU 1,38 M ³
ABERTURA DE 1 mm	2.068 LITROS	62.040 LT. OU 62,04 M ³
ABERTURA DE 2 mm	4.512 LITROS	135.360 LT. OU 135,36 M ³
ABERTURA DE 6 mm	16.400 LITROS	492.000 LT. OU 492,00 M ³
ABERTURA DE 9 mm	25.400 LITROS	762.000 LT. OU 762,00 M ³
ABERTURA DE 12 mm	33.984 LITROS	1.019.520 LT. OU 1.019,52 M ³

Fonte: Eletrobrás , 1994.

Como parte do roteiro de análise do desempenho do sistema de bombeamento de água e do plano de manutenção, sugere-se verificar:

- Condições de limpeza dos filtros;

- Presença de válvulas de bloqueio parcialmente fechadas;
- Se a vazão da bomba é excessiva para as necessidades do sistema;
- Vibração excessiva e corrosão nas pás do rotor, que podem ter sido ocasionadas por problemas de cavitação;
- Escolha da bomba que apresentar maior rendimento;
- Tubulação da sucção e do recalque com diâmetros apropriados. A economia obtida com diâmetros de tubulação inferiores aos determinados pela boa prática da engenharia, pode conduzir ao maior consumo de energia elétrica por toda a vida da instalação;
- A potência do motor elétrico deve ser compatível com a bomba, evitando-se o excesso desta;
- Evitar entrada de ar na sucção das bombas, mantendo a bomba, sempre que possível, abaixo do nível do reservatório ou o crivo do tubo de sucção abaixo do nível da água;
- Manter a altura da sucção da bomba o menor possível;
- As curvas existentes nas tubulações não devem ter raio curto, fato que provoca o aumento da perda de carga;
- A existência de vazamentos na tubulação de recalque gera um desperdício de energia;
- Não efetuar novas saídas para consumo imediatamente após uma curva, evitando o conseqüente aumento de velocidade de escoamento e perda de carga;
- Quando a saída da tubulação encontra-se com altura superior ao ponto de uso, ocorre um gasto desnecessário de energia por superdimensionamento da instalação.

4.4.8 - Sistema de ar comprimido

Na indústria de mármore e granito o sistema de ar comprimido é usado, principalmente, nas indústrias de extração, com o objetivo básico de fornecer ar

comprimido para os marteletes, sejam de colunas ou manual. É um uso final com representação no consumo global neste segmento, pois o ar comprimido é insumo básico para a extração de blocos. Após análise de campo, pode-se quantificar um potencial de economia de energia elétrica em 8,5%. Verificou-se que o sistema de ar comprimido apresenta problemas desde a geração do ar no compressor, passando pela distribuição que ocorre nas tubulações e mangotes até a utilização nos marteletes.

Grande parte dos problemas são elementares, tais como: filtro sujo, captação de ar dentro da casa de máquinas e estado precário de conservação do mesmo. Outros problemas já necessitam de uma análise mais criteriosa, tais como redução bruta de bitola, percurso das tubulações ou mangotes com excesso de curvas e pressão do equipamento muito elevada. De modo que são fornecidas uma série de recomendações para o sistema operar com o maior rendimento possível.

Também verificou-se que existem aparelhos de ar comprimido nas empresas de moagem e marmoraria, porém, não tem uma representação considerável no consumo de energia elétrica, de modo que as recomendações também são válidas para estes segmentos.

Destaca-se a grande importância que assume a correlação entre a carga de ar comprimido requerida pelos equipamentos pneumáticos e a capacidade do conjunto gerador/compressor, a fim de que sejam evitados superdimensionamentos de equipamentos (motor e compressor) que, aliados a outros fatores, contribuem, de maneira significativa, para o aumento do consumo de energia elétrica.

A seguir, apresenta-se os principais problemas detectados para este uso final, assim como as soluções apontadas.

Localização do tubo de aspiração dentro da casa de máquinas

Constatou-se que em grande parte das empresas os tubos de aspiração dos compressores estão localizados dentro das casas de máquinas. Assim, a temperatura do ar de aspiração do compressor está acima da temperatura

ambiente, provocando uma elevação do período de operação do compressor, que se traduz num acréscimo do consumo de energia elétrica.

Procure instalar a tomada de ar de aspiração em local mais fresco, onde o ambiente não estará aquecido. Este procedimento proporcionará economia de energia elétrica devido à elevação do rendimento deste conjunto.

Condição de limpeza do filtro de aspiração de ar

Verificou-se que o filtro do compressor encontra-se em estado precário de limpeza. Esta situação dificulta a aspiração do compressor provocando uma elevação no tempo de operação do motor de acionamento, elevando o consumo de energia elétrica. Consulte o manual do fabricante para saber a periodicidade de limpeza do filtro. Na falta desta informação, recomenda-se que a limpeza seja executada semanalmente. A figura a seguir ilustra esta situação.



Figura 29: Filtro do compressor muito sujo, necessita de limpeza.

Inexistência de filtro de aspiração de ar no compressor

Verificou-se a inexistência de filtro de aspiração no compressor.

A ausência deste componente compromete a vida útil do compressor, das máquinas, equipamentos e ferramentas pneumáticas, devido às impurezas absorvidas juntamente com o ar, além de aumentar o acúmulo de água no reservatório.

Transmissão do conjunto motor/compressor em estado regular

Constatou-se que o estado de transmissão dos conjuntos motor/compressor podem estar comprometendo o rendimento dos mesmos, elevando o consumo de energia elétrica. O problemas mais comuns são: desalinhamento de polia, falta de correia, correias de tamanhos e ajustes diferentes, correias em estado precário e polia danificada.

Funcionamento do conjunto motor/compressor em estado razoável

Os conjuntos motor/compressor foram encontrados em estado razoável de funcionamento. Deve-se adotar medidas de manutenção que possibilitem melhor rendimento e, conseqüentemente, diminuição do consumo de energia elétrica. Por exemplo, a drenagem de água no reservatório deve ser feita diariamente, a limpeza do filtro deve ser feita pelo menos 1 vez por semana, freqüentemente, deve-se verificar o nível de óleo, manter o equipamento livre, verificar se todos os pistões estão comprimindo corretamente, eliminar vazamentos de ar nas conexões do reservatório, verificar a condição de funcionamento dos anéis e encamisamento dos pistões e solicitar a um técnico especialista que, freqüentemente, inspecione o sistema de ar comprimido.

Pressão de desarme maior que a pressão de trabalho

Verificou-se que a pressão de desarme dos compressores está acima da pressão máxima de trabalho requerida pelos setores. Sempre que possível, deve-se regular o pressostato dos compressores para uma pressão no máximo 0,8 kgf/cm² acima da maior pressão de utilização do ar comprimido, evitando, assim, consumo extra de energia elétrica. Em alguns casos a pressão estava em até 3,0 kgf/cm² acima da maior pressão solicitada.

Inexistência de inclinação na rede de ar comprimido

Este problema é específico para moageiras e marmorarias, pois na área de extração de blocos a inclinação negativa é do processo, em função dos

utilizadores, martelletes, serem utilizados a um nível mais baixo que o compressor se localiza.

Verificou-se que as redes de distribuição de ar comprimido do setor não possuem inclinação no sentido do fluxo de ar. Deve-se corrigir este problema, dentro das possibilidades da empresa ou durante reformas, manutenções e expansões deste sistema.

A inclinação da linha no sentido do fluxo de ar deve ser de 0,5 % a 1,0 % (5 a 10 mm por metro linear de tubulação), para evitar que o condensado fique retido em trechos entre dois pontos de drenagem, com possibilidade de ser arrastado pelo ar em grandes quantidades. Isto pode provocar a redução da vida útil dos equipamentos e ferramentas pneumáticas, levando a vazamentos nas válvulas e comprometimento da qualidade de seu produto.

Outro importante problema verificado é a drástica redução de bitola nas tubulações que são indesejáveis, devido à perda de carga acentuada que ocorre na tubulação. A foto abaixo ilustra esta situação:



Figura 30: Redução drástica da bitola da tubulação de ar comprimido.

Inexistência de drenos/purgadores na rede de ar comprimido

Verificou-se a inexistência de purgadores (pontos de drenagem na rede de ar comprimido) dos setores. Deve-se instalar os drenos de condensado sempre nos pontos baixos da tubulação, bem como nos locais onde houver elevação na linha.

O condensado acumulado nas linhas causa erosão no sistema de ar comprimido, gera vazamentos nas válvulas, danifica os equipamentos e ferramentas pneumáticas, reduzindo sua vida útil, além de elevar o consumo de energia elétrica.

Conexões, juntas e engates em estado precário

Verificou-se que algumas conexões, junções, engates rápidos, apresentaram índices elevados de vazamentos de ar, fato este devido ao estado precário em que se encontram. Fato verificado, principalmente, nos marteletes e nos lubrificadores.

Deve-se eliminar estes vazamentos, já que o compressor está trabalhando além do necessário para suprir estes desperdícios, contribuindo para o aumento do consumo de energia elétrica.



Figura 31: Marteleto com vazamento de ar comprimido.

Acoplamento incorreto dos ramais secundários a rede mestra

Verificou-se que os ramais secundários não estão acoplados à rede mestra de ar comprimido pela parte superior. Deve-se acoplá-los desta forma, utilizando-se

de cotovelos contínuos com um raio de, no mínimo, duas vezes o diâmetro da linha de serviço.

Este procedimento elimina o risco de condensação de água em qualquer parte da rede, que seria arrastada pelo ar, comprometendo a vida útil do sistema, provocando pontos de ferrugem e vazamentos, contribuindo, assim para a elevação do consumo de energia elétrica.

Apresenta-se, a seguir, a análise de viabilidade econômica de melhoria do sistema de ar comprimido das empresas do segmento de extração:

Tabela 56: Viabilidade econômica de investimentos em sistema de ar comprimido.

Segmento	Extração
Consumo médio de energia elétrica	35.671 kWh/mês
Importe tarifário médio	R\$ 0,14/kWh
Economia com o sistema eficiente	R\$ 424,49/mês
Investimento	Imediato de R\$ 7.500,00 e semestral de R\$ 400,00
Custo de capital	20% a.a.; 1,53% a.m.
Período	4 anos
VPL	R\$ 4.688,30
TIR	4,18% a.m.
Pay-back	17,7 meses
Viabilidade	Projeto Aceito

Ou seja, como o VPL apresentou valor positivo e a TIR apresentou um valor maior que o custo de capital, adotado em 20%a.a. e taxa equivalente mensal de 1,53% a.m., conclui-se que este investimento é viável economicamente.

6 CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho procurou-se analisar a viabilidade econômica de investimentos em conservação de energia em empresas de mármore e granito, utilizando como universo amostral 16 empresas do setor nos quatro segmentos existentes: extração, beneficiamento, marmoraria e moageira. Usando como inspiração as análises financeiras e de equipamentos utilizados tipicamente nas empresas, sem perder o foco no lado empresarial de implementação das medidas. Dentro das estratégias de competitividade utilizadas nas empresas de mármore e granito, destaca-se a liderança de custo. E um dos principais custos gerenciáveis é com energia elétrica, uma vez que este insumo é o terceiro item no custo operacional nas empresas deste segmento, chegando em algumas a representar até 30% do custo operacional. Vale ressaltar que 26 % do custo com energia elétrica é fixo, proveniente do contrato de demanda que independe do consumo de energia elétrica, e 74 % é custo variável em função do tempo de funcionamento de uma máquina, ao invés da produção.

Foram utilizadas técnicas de orçamento de capital, que é um processo de análise e seleção apropriada de projetos de investimentos a longo prazo, que sejam coerentes com o objetivo da empresa de maximizar a riqueza de seus proprietários e comprovou-se que não são todos os investimentos em redução de consumo de energia elétrica que são viáveis economicamente, sendo, portanto, necessário realizar uma seleção de investimentos objetivando maximizar o retorno financeiro, o que certamente diverge da cultura dos gestores das empresas do setor. Assim, conclui-se que mais importante do que reduzir custos com energia elétrica é a melhora do desempenho da organização, pois as informações oriundas da análise da gestão financeira permitirá aos gestores das empresas, tomarem decisões que venham a permitir a concretização do planejamento de longo prazo e, conseqüentemente, a realização das decisões estratégicas, como justificativa para o investimento de capital e maximização da riqueza da empresa a longo prazo.

Um dos objetivos gerais deste estudo foi realizar uma análise comparativa com a situação atual e identificar em quanto a empresa conseguirá diminuir seus custos, de modo a torná-la mais competitiva, pois a posição de baixo custo de um líder no custo traduz-se em retornos mais altos. A tabela 58, apresenta o potencial de economia para cada segmento.

Com a elaboração deste trabalho lançou-se a pedra fundamental no sentido de iniciar um processo de gestão de energia nas empresas, dando informação básica e necessária para o efeito, face a tendência, do Governo Federal, através do Ministério das Minas e Energia, de praticar aumentos de tarifas de energia elétrica, baseados em altas taxas de crescimento de consumo de energia elétrica, os baixos valores praticados atualmente, impactadas devido a basicamente a matriz ser 90% hidráulica e também pelo aumento da oferta de energia através de construção de usinas térmicas e investimentos em fontes alternativas de energia. Diante deste cenário, é possível imaginar a importância deste trabalho para o segmento de mármore e granito, pois além de propiciar um retorno financeiro dos investimentos em conservação de energia, diminuindo os custos com energia elétrica, também contribui para a sociedade em geral, pois reduz a necessidade de investimentos para a construção de usinas e redes elétricas e, consequentemente, reduz os custos com energia elétrica em toda a sociedade.

Abaixo lista-se os principais tópicos que apresentaram viabilidade de econômica de investimentos em conservação de energia no setor de mármore e granito:

Tabela 57: Principais tópicos e segmentos com viabilidade econômica de investimentos em Conservação de Energia

Tópicos	Setores
Opção tarifária	Todos
Análise de demanda	Todos
Análise do Fator de Potência	Todos
Melhorias em transformadores	Serraria e moageira

Melhorias em quadros de distribuição de energia	Extração, marmoraria e moageira
Substituição de motores standard por motores de alto rendimento com inversoras de frequência.	Todos os motores de todos os segmentos com exceção das politrizes e cortadeiras.
Melhorias no sistema de iluminação	Todos
Melhorias no sistema de ar condicionado	Todos
Melhorias no sistema de ar comprimido	Extração

Tabela 58: Potencial de economia total de energia elétrica por segmento, em 15/02/02.

Segmento	Economia com Análise de Faturas	Economia com Uso Eficiente de Energia	Economia Total
Extração	16,67%	35,0%	51,67%
Serraria	44,5%	19,57%	64,07%
Marmoraria	29,9%	32,41%	62,31%
Moageira	36,74%	19,34%	56,08%

As recomendações para novos estudos são no sentido de demonstrar a eficiência e eficácia de processos de gestão energética nas mais diferentes indústrias, além das indústrias do segmento de mármore e granito que foi o estudo de caso demonstrado, isto é, provar a viabilidade econômica de investimentos em Conservação de Energia, enfocando estratégias, medidas de desempenho e fatores críticos de sucesso na orientação dos gestores na tomada de decisão de investimento de capital. Outra recomendação para novos estudos é a verificação da sustentação prática de todas as medidas recomendadas neste trabalho. Assim,

espera-se que, ao menos, uma das empresas pesquisadas invista nas recomendações, de modo que estudos futuros possam comprovar com sustentação prática das recomendações deste estudo.

REFERÊNCIAS

ABILUX. **Uso Racional de Energia Elétrica em Edificações - Iluminação**. São Paulo: PROCEL, 1992.

ALBRECHT, Karl. **Revolução nos Serviços**. São Paulo: Pioneira, 1998.

ANEEL. **Resolução 456 de 29/11/00: Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica**. Brasília: ANEEL, 2000.

ANSOFF, H. Igor, **Administração Estratégica**. São Paulo: Atlas, 1990.

ARNOLD, J. R. Tony, **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB57**: Iluminação de Interiores. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR5410**: instalações elétricas em baixa tensão. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR7037**: Recebimento, armazenamento e manutenção em transformadores. Rio de Janeiro, 1994.

BDMOTOR. Desenvolvido pelo Cepel. Programa Computacional, versão 2.4, 1998.

BELESA, Gustavo. **Ar condicionado e freezer desligados**. Jornal A Gazeta. Vitória, p.10. Março/2002.

BENEDITO, DIRCEU R. **Diagnóstico Energético na Empresa GranBrasil**. Vitória: Point Engenharia Ltda, 2000.

BENEDITO, DIRCEU R. **Diagnóstico Energético na Empresa Granitos Venécia**. Vitória: Point Engenharia Ltda, 2001.

BITTENCOURT, Gabriel A. M. **Espírito Santo: A Indústria de Energia Elétrica**. Vitória: IHGES, 1984.

BORENSTEIN, Carlos R. **Planejamento Estratégico – Apostila de Aulas**. Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1999.

BORNIA, Antônio C. **Custos Indiretos – Apostila de Aulas**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

CEPEL. **Guia Operacional de Acionamentos Eletrônicos**. Rio de Janeiro: CEPEL, 1998.

CHAGAS LIMA, Rodrigo O. **Alinhamento de Estratégias Organizacionais à Tomada de Decisão de Investimento de Capital: Aplicação na Indústria de Beneficiamento de Café**. Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2000.

CODI – Comitê de Distribuição. **Manual de Conservação de Energia Elétrica em Estabelecimentos Comerciais e de Serviços**. Brasília: CODI, 1993.

CODI – Comitê de Distribuição. **Manual de Conservação de Energia na Indústria**. Brasília: CODI, 1994.

CONCEIÇÃO, Cláudio R. **Impactos das Térmicas nas Tarifas de Energia Elétrica**. Jornal Energy News. Itajubá, edição 020502, p.8, maio/2002.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais – Uma Abordagem Logística**. São Paulo: Atlas, 1993.

DIAS, Rubens A. **Conservação de Energia: Conceitos e Sociedades**. Guaratinguetá, 2000.

DIAS, Rubens A. **Impactos da Substituição de Equipamentos na Conservação de Energia**. São Paulo, Guaratinguetá, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 1999.

DRUCKER, Peter F. **Administrando em Tempos de Grandes Mudanças**. São Paulo: Pioneira, 1999.

EDMINISTER, Joseph A., **Circuitos Elétricos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

ETSU: Energy Consupction Guides – **Energy Efficiency Best Praticce Program**. 1999.

FERRAZ, J. C. **Made in Brazil: desafios Competitivos para a Indústria**. Rio de Janeiro: Campos, 1997.

FERREIRA, João de J., FERREIRA, Tereza de J. **Economia e Gestão da Energia**. Lisboa: Texto Editora, 1994.

GABRIEL, José C. N. **Diagnóstico Energértico na Empresa Gramarc**. Vitória: Point Engenharia Ltda., 2001.

GELLER, H. S. **Efficient Electricity Use: a Development Strategy for Brazil**. Washington: ACEEE, 1991.

GITMAN, Lawrence. **Princípios da Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 1997.

GOULART, Solange V. G. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1998.

HARRINGTON, James. **Aperfeiçoando Processos Empresariais**. São Paulo: Makron Books, 1993.

HERZBERG, Rafael. **Guia de energia. Newsletter 12/02/2002**. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.interact.com.br>. Acesso em: 12 de fev.2002

IEL/IDEIES. **Diagnóstico do Setor de Mármore e Granitos**. Vitória, 1998.

KAPLAN, Robert S., NORTON, David P. **A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KATO, Jerry M. **Estratégia Competitiva e Avaliação de Desempenho Aplicados a uma Empresa de Previdência Privada Aberta no Brasil**. Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2000.

KLIEMANN NETO, Francisco José, BORNIA, Antônio C. **Custos Avançados – Apostila de Aulas**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

KOTLER, Philip. **Administração de Marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1996.

KRÜGER, E., MIRANDA, Pedro L. K., CERVELIN, S. **Otimização do Consumo de Eletricidade em uma Instituição de Ensino Superior**. Eletricidade Moderna, São Paulo, nº 335, p. 196-215, fev./2002.

LIMA, Maurício A. **Proposta de um Placar de Performance para a Indústria de Comunicação de Santa Catarina: Televisão.** Santa Catarina. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2000.

MACINTYRE, Archibald J. **Bombas e Instalações de Bombeamento.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

MARKIV. Desenvolvido pela Eletrobrás. Programa Computacional, versão 2.0, 1994.

MENEZES, Emílio A. BAIMA, Francisco. **Notas de Aulas da Disciplina Finanças.** Espírito Santo, Colatina. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2002.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional.** Brasília, 2000.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA/SEBRAE. **Manual do Agente de Energia.** Brasília, 2001

MINTZBERG, Henry, QUINN, James B. **The strategy Process.** New Jersey: Prentice Hall, 1996.

MOREIRA, Daniel A., **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Pioneira, 1998.

NISKIER, Júlio, MACINTYRE, Archibald J. **Instalações Elétricas.** Rio d Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1986.

OLIVEIRA, Ricardo D. **Uma contribuição para a gestão financeira de curto prazo nas empresas de extração de mármore e granitos do estado do Espírito Santo.** Santa Catarina. Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2001.

OSTRENGA, Michael R., OZAN, Terrence R. **Gestão Total de Custos**. Rio de Janeiro: Record, 1993.

PEITER, Carlos C., Chiodi, Cid F. **Rochas Ornamentais no Século XXI**. Rio de Janeiro: ABIROCHAS, 2001.

PFEFFER, Jeffrey. **Vantagem Competitiva Através das Pessoas**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PORTER, Michael E. **Estratégia Competitiva**. Rio de Janeiro: Campos, 1998.

PORTER, Michael E. **Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior**. Rio de Janeiro: Campos, 1996.

PROCEL/ELETROBRÁS. **Manual de Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos**. Rio de Janeiro: Procel/Eletróbrás, 1988.

PROCEL/ELETROBRÁS. **Manual do Controle Energético para Redução de Custos – Manual de Campo**. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Procel, 1992.

PROCEL/ELETROBRÁS. **Manual do Controle Energético para Redução de Custos – Manual de Engenharia**. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Procel, 1992.

REZENDE, Alcides D. ABREU, Aline F. **Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informações Empresariais**. São Paulo: Atlas, 2000.

RIES, Al. **Foco: Uma Questão de Vida ou Morte para sua Empresa**. São Paulo: Makron Books, 1996.

ROCKART, J. F. **“Chief executives define their own data needs”**. Harvard Business Review, Março-Abril, 1979.

ROSS, Stephen A., WESTERFIELD, Randolph W., JORDAN, Bradford D. **Princípios da Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 2000.

SEBRAE/ES. **Manual do Uso Eficiente de Energia Elétrica no Setor de Mármore e Granitos**. Vitória, 2001.

SEBRAE/MT. **Programa USE - Manual do Instrutor de Energia**. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1998.

SHOEPS, Carlos A. **Manual de Conservação de Energia na Indústria**. Rio de Janeiro: Procel/Eletrobrás, 1994.

SILVA NETO, P. C., ROLIN G. D., GONZAGA, N. A., DUARTE, D. M. **Análise Técnico-Econômica da Substituição de Motores de Baixa Potência**. Eletricidade Moderna, São Paulo, nº 300, p. 130-140, março/1999.

SINDIROCHAS. **Diagnóstico e Atualização do Cadastro do Setor de Mármore e Granitos do Estado do Espírito Santo**. Cachoeiro de Itapemirim, 2001.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine, HARRISON, Alan, JOHNSTON, Robert, **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

JOHNSTON, Robert, **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

STOECKER, Wilbert F., JONES, Jerold W. **Refrigeração e Ar condicionado**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

TABOSA, R.P., SOARES, G.A. **Ações de Conservação de Energia em Motores Elétricos**. XII Seminário de Produção e Transmissão de Energia, 1995.

TECNOWAT. **Catálogo Técnico de Iluminação**. São Paulo, 2000.

TUBINO, Dalvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**, Porto Alegre: Bookman, 1997.

TUBINO, Dalvio F. **Sistema de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WEG. **Catálogo Geral de Motores Elétricos**. Santa Catarina, 1998.

WEG. **Catálogo Técnico de Inversores de Frequência**. Santa Catarina, 1998.

WEG. **Catálogo Técnico de Soft-Starter**. Santa Catarina, 1998.